



TUGAS AKHIR - RE 141581

KAJIAN ASPEK TEKNIS DAN FINANSIAL TEMPAT PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (TPST) GUNUNG BAHAGIA, KOTA BALIKPAPAN

WIDYA INDIRA CAHYA
3312100090

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, M.T.
NIP. 195602041992032001

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RE 141581

**KAJIAN ASPEK TEKNIS DAN FINANSIAL TEMPAT
PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (TPST)
GUNUNG BAHAGIA, KOTA BALIKPAPAN**

**WIDYA INDIRA CAHYA
3312100090**

**Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, M.T.
NIP. 195602041992032001**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - RE 141581

**STUDY ON TECHNICAL AND FINANCIAL
ASPECTS IN GUNUNG BAHAGIA RECYCLING
FACILITY, BALIKPAPAN CITY**

**WIDYA INDIRA CAHYA
3312100090**

**Supervisor:
Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, M.T.
NIP. 195602041992032001**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Tenth Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN ASPEK TEKNIS DAN FINANSIAL TEMPAT PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (TPST) GUNUNG BAHAGIA, KOTA BALIKPAPAN

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

WIDYA INDIRA CAHYA
NRP 3312100090

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, M.T.
NIP 19560204 199203 2 001



Kajian Aspek Teknis dan Finansial Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Gunung Bahagia, Kota Balikpapan

Nama : Widya Indira Cahya
NRP : 3312100090
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, M.T.

ABSTRAK

Potensi sampah Kota Balikpapan pada tahun 2015 mencapai 400 ton per hari sehingga Pemerintah Kota Balikpapan harus mencari solusi untuk mengatasi sampah tersebut. Salah satu program yang diharapkan dapat mengurai permasalahan sampah tersebut yaitu dengan membangun Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST). Kehadiran TPST diharapkan dapat mengubah sistem pengelolaan sampah menjadi terdesentralisasi, yaitu sistem pengelolaan pada areal hulu atau penghasil sampah pertama. TPST dalam pelaksanaannya dapat mengurangi tingginya timbulan sampah di sumber dan di TPA. Perlu adanya penelitian terkait aspek teknis dan finansial serta potensi pengembangan wilayah pelayanan TPST Gunung Bahagia ini.

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer seperti hasil pengukuran komposisi dan kuantitas sampah, tahap-tahap pengolahan sampah, serta jenis dan jumlah fasilitas pengolahan sampah. Data sekunder seperti jumlah penduduk daerah pelayanan, kuantitas sampah selama setahun terakhir, daerah pelayanan TPST, peta Kecamatan Balikpapan Selatan, data finansial TPST, serta peraturan daerah. Perhitungan kuantitas sampah menggunakan metode *load-count* dan *weight-volume analysis*, sementara perhitungan komposisi sampah menggunakan metode perempatan. Kesetimbangan massa dianalisis menggunakan nilai *recovery factor*. Dalam perhitungan analisis finansial, kriteria ekonomi yang digunakan adalah *Net Present Value* (NPV) karena TPST Gunung Bahagia ini dibangun tanpa investasi.

Kuantitas sampah yang diolah setiap hari di TPST Gunung Bahagia adalah 35 m³/hari atau setara dengan 3,9 ton/hari. Komposisi sampah di TPST Gunung Bahagia antara lain kertas 1

(HVS, koran, kertas buram/warna) 16,44% dengan total 579,22 kg/hari yang bernilai jual; kertas 2 (majalah, kardus, dupleks) 28,89% dengan total 973,12 kg/hari yang bernilai jual; gelas plastik 2,32% dengan total 80,84 kg/hari yang bernilai jual; botol plastik 15,84% dengan total 576,48 kg/hari yang bernilai jual; plastik nonbotol 18,09% dengan total 700,39 kg/hari yang bernilai jual; kaleng/besi 8,46% dengan total 278,41 kg/hari yang bernilai jual; botol kaca 2% dengan total 77,43 kg/hari yang bernilai jual; dan B3 & lainnya 7,96%. Rata-rata sampah yang bisa dijual sebesar 3.265,89 kg/hari. Total residu yang dibuang ke TPA sebesar 605,79 kg/hari. Perhitungan kelayakan finansial dengan metode NPV mendapatkan nilai $NPV > 0$ sehingga operasi TPST dipandang layak. Proyeksi pelayanan TPST menunjukkan bahwa TPST dapat meningkatkan kapasitas pelayanannya hingga tahun 2033 dengan kapasitas 91,7 m³/hari atau setara dengan 9,9 ton/hari.

Kata kunci: analisis ekonomi, analisis teknis, Balikpapan, Gunung Bahagia, tempat pengolahan sampah terpadu

Study on Technical and Financial Aspects in Gunung Bahagia Recycling Facility, Balikpapan City

Name : Widya Indira Cahya
Registration Number : 3312100090
Department : Environmental Engineering
Supervisor : Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, M.T.

ABSTRACT

The potential of solid waste in Balikpapan in 2015 reached about 400 tons/day, so the government must find a solution in handling the solid waste piles. One of the programs that are expected to be able to disentangle the solid waste problem is by building Material Recovery Facility (TPST). The presence of TPST is expected to change the waste management system to be decentralized, i.e. management system in the upstream area or first waste producer (source). TPST in its implementation can reduce the high waste generation at source and in Final Disposal Site (TPA). There is a need for research related to technical and financial aspects as well as development potential of TPST Gunung Bahagia service area.

The data used in this study include primary data such as measurement of solid waste composition and quantity, the stages of waste processing, and the type and amount of waste processing facilities. Secondary data such as data on population of service area, data of waste quantity processed last year, TPST service area, South Balikpapan subdistrict map, financial data of TPST, and regional regulation. Calculation of waste quantity used load-count and weight-volume analysis method, while to calculate the waste composition used quartered method. The material balance was analyzed using the value of recovery factor. Since TPST Gunung Bahagia was established without investment, only the financial feasibility of Net Present Value (NPV) was calculated.

The quantity of waste volume that is processed daily at TPST Gunung Bahagia is 35 m³/day with the weight of waste of 3,9 tons/day. The composition of solid waste in TPST Gunung Bahagia is 16,44% paper 1 (HVS, newspaper, black/colored

paper) with 579,22 kg salable items per day; 28,89% paper 2 (magazine, cardboard, duplex) with 973,12 kg salable items per day; 2,32% plastic cup with 80,84 kg salable items per day; 15,84% plastic bottles with 576,48 kg salable items per day; 18,09% non-bottled plastics material with 700,39 kg salable items per day; 8,46% cans/iron with 278,41 kg salable items per day; 2% glass bottles with 77,43 kg salable items per day; and 7,96% B3 & others. The average amount of product selling is 3.265,89 kg/day. Total residue discharged to the landfill is 605,79 kg/day. The calculation of financial feasibility with NPV method get $NPV > 0$ so that TPST operation is feasible. The projection of TPST service shows that TPST can increase its service capacity until 2033 with a capacity of 91,7 m³/day or equivalent to 9,9 tonnes/day.

Keywords: Balikpapan, financial analysis, Gunung Bahagia, recycling facility, technical analysis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, dan hidayahNya penulisan tugas akhir yang berjudul **“Kajian Aspek Teknis dan Finansial TPST Gunung Bahagia, Kota Balikpapan”** dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, M.T. selaku dosen pembimbing atas segala ilmu dan kesabarannya dalam membimbing saya untuk selalu berpikir secara *engineer*.
2. Ibu Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.Sc.App., Ibu Ipung Fitri Purwanti, S.T., M.T., PhD., dan Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T., selaku dosen pengarah dan penguji atas segala saran yang bersifat konstruktif dan motivasi dalam penulisan tugas akhir ini.
3. DKPP Balikpapan dan seluruh pegawai TPST Gunung Bahagia serta TPA Manggar atas bantuan data dan (tentu saja) jasa yang diberikan selama di lapangan maupun via telekomunikasi.
4. Teman dan sahabat yang selalu setia dan peka memberikan segala bentuk bantuan, motivasi, hiburan, dan ‘traktiran’ di kala jenuh.
5. Kedua orang tua, kakak, dan adik saya yang selalu memberikan doa terbaik dan dukungan moral maupun materil kepada saya.
6. Kalian semua yang secara langsung maupun tidak langsung membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pembaca maupun penulis.

Surabaya, Juli 2017

Widya Indira Cahya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sampah dan Permasalahannya	5
2.2 Sumber Sampah.....	6
2.3 Hierarki Pengelolaan Sampah.....	7
2.4 Komposisi dan Karakteristik Sampah.....	10
2.5 Pengelolaan Sampah	13
2.6 Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu	17
2.7 Pengukuran Timbulan Sampah.....	19
2.8 Kondisi Eksisting TPST Gunung Bahagia	19
2.8.1 Jumlah Sampah yang Diolah	22
2.8.2 SDM TPST Gunung Bahagia.....	23
2.8.3 Fasilitas Pengumpulan dan Pengolahan Sampah.....	26
2.9 Perhitungan Analisis Finansial	44
2.10 Kelayakan Teknis dan Finansial Prasarana dan Sarana Persampahan (PSP).....	45
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Umum	49
3.2 Deskripsi Penelitian	49
3.3 Tahapan Penelitian.....	49
3.4 Studi Literatur	50
3.5 Pengambilan Data	50
3.6 Analisis Data dan Pembahasan	54
3.7 Kesimpulan dan Saran	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persentase Komponen Sampah Perkotaan Menurut Berat	10
Tabel 2.2 Persentase Komponen Sampah Perkotaan Menurut Volume	11
Tabel 2.3 Tipikal Densitas Sampah	12
Tabel 2.4 Rata-Rata Sampah yang Diolah Setahun Terakhir	22
Tabel 2.5 Jumlah Pekerja TPST Gunung Bahagia	25
Tabel 2.6 Fasilitas dan Alat di TPST Gunung Bahagia	28
Tabel 2.7 Jenis Data yang Dikelola TPST Gunung Bahagia.....	33
Tabel 2.8 Berat Hasil Olahan Sampah yang Siap Jual	34
Tabel 4.1 Hasil Pencatatan Berat dan Pengukuran Volume Sampah di TPST Gunung Bahagia	59
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Komposisi Sampah yang Dapat Dijual/Didaur Ulang	64
Tabel 4.3 Hasil Analisis <i>Recovery Factor</i> di TPST Gunung Bahagia	62
Tabel 4.4 Jumlah Penduduk Pelayanan TPST	68
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Terlayani TPST Gunung Bahagia	69
Tabel 4.6 Perhitungan Penduduk Terlayani	71
Tabel 4.7 Perhitungan Timbulan Sampah Wilayah Terlayani (m^3 /hari)	73
Tabel 4.8 Perhitungan Timbulan Sampah Wilayah Terlayani (kg/hari)	74
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Biaya Retribusi Pelanggan TPST Gunung Bahagia	77
Tabel 4.10 Data Hasil Sampah yang Bernilai Jual	79
Tabel 4.11 Gaji Pegawai TPST Per Bulan (dalam Rp)	81
Tabel 4.12 Gaji Pegawai TPST Per Bulan (dalam Rp) Eksisting.....	83
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Pemasukan dan Pengeluaran TPST Per Bulan	84
Tabel 4.14 Kenaikan Timbulan Sampah di TPST Per Tahun	87
Tabel 4.15 Aliran Kas TPST Per m^3 Per Tahun	88
Tabel 4.16 Aliran Kas TPST Tahun 2017 hingga Tahun 2021 ..	91
Tabel 4.17 Aliran Kas TPST Tahun 2022 hingga Tahun 2027 ..	92
Tabel 4.18 Perhitungan NPV Tahun 2017 hingga Tahun 2021 ..	93
Tabel 4.19 Perhitungan NPV Tahun 2022 hingga Tahun 2027 ..	93

Tabel 4.20 Penentuan Status Kelayakan TPST 94

Tabel 4.21 Perhitungan NPV Tahun 2023 hingga Tahun 2027
dengan Kenaikan Tarif Retribusi 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hierarki Pengelolaan Sampah.....	9
Gambar 2.2 Kondisi TPS Setelah Adanya TPST	20
Gambar 2.3 Skema Pengumpulan Sampah dari Sumber	21
Gambar 2.4 <i>Pick Up</i> Pengumpul Sampah dari Halte Sampah Menuju TPST	21
Gambar 2.5 Struktur Pengurus TPST Gunung Bahagia	26
Gambar 2.6 <i>Armroll Truck</i> TPST Gunung Bahagia	27
Gambar 2.7 Alur Kerja TPST Gunung Bahagia	32
Gambar 2.8 Inlet TPST Gunung Bahagia.....	31
Gambar 2.9 Wadah Jaring TPST Gunung Bahagia	33
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	51
Gambar 4.1 Diagram <i>Mass Balance</i> Sampah di TPST Gunung Bahagia	67
Gambar 4.2 Hasil Pengemasan Sampah Kering	66

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Layout TPST Gunung Bahagia	101
Lampiran A.2 Peta Daerah Pelayanan 1 (Gunung Bahagia) ..	101
Lampiran A.3 Peta Daerah Pelayanan 2 (Sepinggan Baru) ...	101
Lampiran A.4 Rencana Pengembangan Wilayah Pelayanan (Sungai Nangka)	101
Lampiran B Perhitungan Proyeksi Penduduk.....	101
Lampiran C Dokumentasi Sampling	111

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tahun 2012 tercatat potensi sampah Kota Balikpapan sebesar 316 ton/hari dan terakhir sebesar 400 ton/hari pada tahun 2015. Hal ini membuat Pemerintah Kota Balikpapan harus mencari solusi untuk mengatasi tumpukan-tumpukan sampah tersebut (DKPP Balikpapan, 2015). Langkah awal Pemerintah Kota Balikpapan dalam menyikapi permasalahan sampah adalah dengan mengeluarkan Peraturan Daerah No. 10 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sampah. Seiring berjalannya waktu, Peraturan Daerah Nomor 10 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sampah sudah tidak lagi sesuai dengan permasalahan sampah di Kota Balikpapan. Bertepatan dengan diberlakukannya UU No. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, pemerintah terus berupaya mengurai permasalahan sampah yang ada di Kota Balikpapan. Berbagai upaya juga dilakukan pihak pemerintah Kota Balikpapan demi tercapainya target Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat pada tahun 2019 (100% akses air bersih, 0% pemukiman kumuh, 100% akses sanitasi layak), salah satunya dengan mengeluarkan Peraturan Daerah No. 13 Tahun 2015 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Sebagai realisasi peraturan daerah tentang pengelolaan sampah tersebut, serta untuk mengatasi menumpuknya sampah, salah satu program yang diharapkan dapat mengurai permasalahan sampah tersebut yaitu dengan membangun Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST).

Pemerintah Kota Balikpapan melakukan alternatif mendirikan TPST sebagai pengganti tujuh Tempat Pembuangan Sementara (TPS) Sampah di Kelurahan Gunung Bahagia. Salah satu penyebab dilakukannya penutupan terhadap 7 TPS ini adalah sistem pengumpulan sampah yang tidak efisien karena pekerja pengumpul sampah harus mengumpulkan sampah yang berserakan di dalam maupun di luar TPS. Di lain sisi, Kota Balikpapan harus mengambil langkah untuk mereduksi jumlah sampah agar masa penggunaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Manggar dapat diperpanjang. Pemerintah Kota

Balikpapan memutuskan untuk melaksanakan pemilahan dari sumber dan pengumpulan terpisah untuk menerapkan sistem pengumpulan dan pengurangan sampah yang baru diperkenalkan di sebagian Kecamatan Balikpapan Selatan. Kehadiran TPST ini diharapkan dapat menjadikan sistem pengelolaan sampah menjadi terdesentralisasi, yaitu sistem pengelolaan pada areal hulu atau penghasil sampah pertama.

Sampah telah menjadi suatu permasalahan sehingga pengelolaannya perlu dilakukan secara komprehensif dan terpadu dari hulu ke hilir agar memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, aman bagi lingkungan, serta dapat mengubah perilaku masyarakat (Sucipto, 2012). TPST dalam pelaksanaannya dapat mengurangi tingginya timbulan sampah di masyarakat dan di TPA. Sejauh ini, masyarakat masih memandang sampah dari sisi negatif. Padahal tidak semua sampah harus dimusnahkan, melainkan cara pandang atau pemahaman yang harus diubah, dimana sampah dilihat sebagai bahan baku, produk ikutan yang masih dapat diolah dan merupakan sumber pendapatan yang potensial. TPST umumnya menampung segala jenis sampah anorganik yang dihasilkan oleh masyarakat, mulai dari plastik, aluminium, seng, kertas, besi, tembaga, kuningan, hingga botol kaca (Prihatiningsih, 2013).

Sampah yang berasal dari seluruh wilayah Kota Balikpapan dibuang pada satu TPA yang berlokasi di Kelurahan Manggar, Kecamatan Balikpapan Timur. Jika tidak ada upaya untuk mereduksi sampah kota, maka masa pakai TPA akan sulit diperpanjang mengingat umur TPA yang telah berusia 10 tahun lebih. Jika TPA Manggar pada saatnya penuh sementara Pemerintah Kota Balikpapan belum bisa mencari lahan TPA yang baru, kondisi ini akan mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh penumpukan sampah di wilayah kota. Perlu dikembangkan suatu usaha pengolahan sampah dengan kapasitas dan spesifikasi yang dapat mengolah sampah sekaligus mengantisipasi dan mengatasi permasalahan sampah di Kota Balikpapan pada masa mendatang. Fakta yang terlihat sehari-hari menunjukkan bahwa umumnya sampah-sampah domestik ataupun industri, baik dari bahan organik maupun anorganik dibuang dalam satu bak sampah yang sama dan tercampur satu sama lain dalam berbagai komposisi (Zubair

dan Haeruddin, 2012). Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan sampah di Kota Balikpapan tersebut adalah dengan dibangunnya TPST Gunung Bahagia. Rata-rata penerimaan sampah anorganik di TPST Gunung Bahagia adalah sebesar 5-8 ton/hari dengan kapasitas penerimaan maksimal 10 ton/hari. TPST Gunung Bahagia baru berjalan sejak Februari 2016 sehingga belum ditemukan adanya penelitian ditinjau dari aspek teknis dan finansial, serta potensi pengembangan wilayah pelayanan TPST.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan gambaran di atas, permasalahan yang dapat diteliti adalah sebagai berikut:

1. Berapa kuantitas dan komposisi sampah yang diolah di TPST Gunung Bahagia?
2. Berapa hasil pengolahan sampah yang dihasilkan oleh TPST Gunung Bahagia?
3. Bagaimanakah kelayakan pengolahan sampah di TPST Gunung Bahagia ditinjau dari analisis finansial?
4. Apakah pelayanan TPST Gunung Bahagia dapat ditingkatkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan kuantitas dan komposisi sampah yang diolah di TPST Gunung Bahagia.
2. Menentukan kesetimbangan massa sampah di TPST Gunung Bahagia.
3. Menentukan kelayakan finansial kegiatan pengolahan sampah di TPST Gunung Bahagia.
4. Mengkaji pengembangan pelayanan TPST Gunung Bahagia.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang digunakan sebagai batasan masalah sehingga penelitian lebih terarah adalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian difokuskan pada lokasi TPST Gunung Bahagia Kota Balikpapan yang terletak di Jalan Rengganis, Kelurahan Gunung Bahagia, Kecamatan Balikpapan Selatan.

- 2) Aspek yang dikaji adalah aspek teknis dan aspek finansial. Aspek teknis meliputi analisis komposisi sampah, analisis kesetimbangan massa, dan diagram alir pengolahan sampah di TPST Gunung Bahagia. Perhitungan aspek finansial menggunakan metode *Net Present Value* (NPV).
- 3) Kegiatan penelitian dimulai sejak Desember 2016 hingga Mei 2017.
- 4) Metode pengambilan sampah dilakukan selama 8 hari sesuai dengan acuan SNI 19-3964-1994 (Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbunan dan Komposisi Sampah Perkotaan).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai bahan masukan bagi Badan Lingkungan Hidup dan Dinas Kebersihan, Pertamanan, dan Pemakaman (DKPP) Kota Balikpapan untuk pengembangan sistem pengolahan sampah yang berdaya guna baik bagi masyarakat maupun pemerintah sebagai pengelola, ditinjau dari segi teknis pelaksanaan serta finansial.
2. Menambah referensi yang ada dan memberikan sumbangan pemikiran dalam bidang ilmu teknik lingkungan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Hasil penelitian dapat membantu mengatasi permasalahan sampah sehingga lingkungan menjadi bersih dan sehat yang secara langsung mendukung pelestarian lingkungan dan pembangunan nasional.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah dan Permasalahannya

Menurut SNI 19-2454-2002 sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Sampah adalah bahan sisa, baik bahan-bahan yang tidak berguna lagi (barang bekas) maupun barang yang sudah tidak diambil bagian utamanya lagi.

Sampah menjadi perhatian banyak pihak karena berhubungan langsung dengan kebersihan dan keindahan lingkungan dan kesehatan masyarakat, terutama di perkotaan. Sampah bisa berasal dari berbagai moda penggunaan seperti sesuatu yang sudah tidak digunakan lagi karena sudah rusak, kelebihan dari suatu penggunaan (seperti kelebihan makanan), pembungkus (kemasan) barang yang berfungsi melindungi barang, sisa-sisa kegiatan produksi (seperti serbuk gergaji, potongan kain, kayu) atau barang yang masih berfungsi tetapi tidak digunakan lagi karena penggunaanya memiliki barang yang lebih baru. Untuk memberikan nilai tambah pada sampah, potensi pemanfaatan sampah hanya bisa digali oleh individu yang kreatif. Salah satunya adalah memanfaatkan sampah, baik organik maupun anorganik sebagai sumber daya kehidupan (Hermawati, 2014).

Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993) sampah yang merupakan hasil sampingan dari aktivitas manusia telah menimbulkan permasalahan yang sangat kompleks, antara lain:

1. Masalah estetika dan kenyamanan.
2. Merupakan sarang atau tempat berkumpulnya berbagai binatang yang dapat menjadi vektor penyakit.
3. Menyebabkan terjadinya polusi udara, air, dan tanah.
4. Menyebabkan terjadinya penyumbatan saluran-saluran air buangan dan drainase.

Sementara menurut Sahwan (2012) peningkatan jumlah sampah kota terutama disebabkan oleh:

1. Pertambahan penduduk dalam pengertian jumlah absolut penduduk yang terus meningkat.

2. Bertambahnya konsentrasi penduduk di perkotaan yang diakibatkan oleh pertumbuhan penduduk kota dan urbanisasi.
3. Terjadinya peningkatan produksi sampah per kapita yang diakibatkan oleh perubahan pola konsumsi karena meningkatnya kesejahteraan.
4. Peningkatan limbah industri pertanian (agroindustri) maupun industri nonpertanian.

Beberapa permasalahan yang timbul dalam sistem penanganan sampah yang terjadi selama ini adalah (Prihatiningsih, 2013):

1. Efisiensi yang rendah karena sampah belum dipilah sehingga jika akan diterapkan teknologi lanjutan berupa komposting maupun daur ulang, perlu tenaga untuk pemilahan menurut jenisnya sesuai dengan yang dibutuhkan dimana hal ini akan memerlukan dana maupun menyita waktu.
2. Pembuangan akhir ke TPA dapat menimbulkan masalah, membutuhkan lahan yang luas.
3. Menjadi lahan yang subur bagi pembiakan jenis-jenis bakteri serta bibit penyakit yang pada akhirnya akan mengurangi nilai estetika dan keindahan lingkungan.

2.2 Sumber Sampah

Sumber sampah bermacam-macam, umumnya berkaitan dengan tata guna lahan suatu wilayah, seperti pemukiman, perkantoran, pertokoan, dan lain-lain. Menurut Munawar (1999) sumber sampah dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Daerah pemukiman (rumah tangga): bersumber dari aktivitas rumah tangga/dapur. Jenis sampah yang dihasilkan berupa sampah basah (dominan di Indonesia) dan sampah kering/debu.
- b. Daerah komersial: bersumber dari pasar, pertokoan, restoran, perusahaan, dan sebagainya. Di negara berkembang sebagian besar kategori sampah berasal dari pasar dan kebanyakan berupa sampah organik.
- c. Daerah institusi: sampah kategori ini berasal dari perkantoran, sekolah, tempat ibadah, dan lembaga nonkomersial lainnya. Jenis sampah yang dihasilkan sebagian besar adalah sampah kering.

- d. Sampah jalan dan tempat terbuka: sampah kategori ini berasal dari kegiatan penyapuan jalan-jalan dan trotoar, taman, lapangan, dan lain-lain. Jenis sampah didominasi oleh sampah organik (daun) serta debu.
- e. Industri: sumber kategori ini berasal dari perusahaan yang bergerak di bidang industri berat, industri ringan, pabrik, dan lain-lain. Jenis sampah yang dihasilkan tergantung dari bahan baku yang digunakan oleh industri tersebut dan juga aktivitas karyawan.
- f. Tempat pembangunan, pemugaran, dan pembongkaran gedung: kategori ini berasal dari sampah material atau bahan-bahan bangunan. Jenisnya bergantung dari bahan bangunan yang dipakai (bata, pecahan beton, kayu, besi beton, dan sebagainya).
- g. Rumah sakit dan balai pengobatan: sampah yang berasal dari kategori ini pengelolaannya ditangani secara terpisah dengan sampah lainnya karena bersifat khusus, kemungkinan mengandung kuman dan penyakit menular. Sampah yang dihasilkan berupa bekas-bekas operasi, pembalut luka, potongan anatomi, serta sampah dapur dan kantor. Sampah jenis ini diolah dengan dibakar untuk menghilangkan bakteri patogen dengan menggunakan insinerator.
- h. Lain-lain: dari klasifikasi sumber sampah sebelumnya, dapat dikembangkan lagi jenis sampah yang sesuai dengan peruntukkan tata guna lahannya. Misalnya dari kandang hewan/pemotongan hewan, instalasi pengolahan air bersih, instalasi pengolahan air limbah, pertanian, dan lain-lain.

2.3 Hierarki Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah didasarkan pada hierarki pengelolaan sampah, yaitu (JICA, 2002):

1) Pencegahan dan Pengurangan Sampah dari Sumber.

Kegiatan pencegahan sampah dari sumber dimulai dengan kegiatan pemisahan sampah. Pemisahan sampah merupakan bagian penting dalam hierarki pengelolaan sampah karena dapat menentukan keberhasilan hierarki pengelolaan sampah berikutnya meskipun kegiatan pemilahan tidak secara langsung mengurangi timbulan sampah. Misalnya pemisahan antara sampah organik dan anorganik. Sampah organik selanjutnya

akan dimanfaatkan untuk menjadi kompos dan sampah anorganik dapat dimanfaatkan/didaur ulang atau diolah lebih lanjut. Kegiatan pengurangan sampah pada sumbernya meliputi:

a) Reduksi.

Mereduksi timbulan sampah berarti mengurangi semaksimal mungkin kegiatan yang akan menghasilkan banyak sampah, seperti mengurangi barang yang dikemas secara berlebihan. Kegiatan mereduksi sampah tidak mungkin bisa menghilangkan sampah secara keseluruhan, tetapi secara teoritis aktivitas ini akan mampu mengurangi sampah dalam jumlah yang nyata.

b) Pemakaian kembali.

Di samping mengurangi sampah, kegiatan ini merupakan penghematan. Barang atau bahan yang telah digunakan dan masih bisa digunakan tidak dibuang menjadi sampah tetapi digunakan kembali. Untuk itu, biasanya dilakukan pemilihan penggunaan barang atau bahan yang dapat digunakan secara berulang-ulang tanpa proses yang rumit, seperti penggunaan botol kaca sebagai pengganti botol plastik.

c) Daur ulang.

Daur ulang merupakan kegiatan pemanfaatan kembali suatu barang/produk namun masih perlu adanya kegiatan/proses tambahan. Misalnya, pemanfaatan kertas daur ulang yang berasal dari kertas-kertas bekas. Kertas-kertas bekas tersebut harus diproses terlebih dahulu menjadi bubur kertas sebelum akhirnya menghasilkan kertas daur ulang. Kegiatan daur ulang pun dapat dilakukan secara tidak langsung, yaitu dengan memisahkan barang-barang bekas yang masih bisa dimanfaatkan kembali seperti kaleng, botol, koran bekas, dan sebagainya.

2) Pemanfaatan Kembali.

Hierarki pengelolaan sampah berikutnya adalah pemanfaatan kembali. Kegiatan pemanfaatan kembali ini dapat berjalan dengan baik bila proses pemisahan sampah berjalan dengan baik pula. Kegiatan pemanfaatan kembali sampah secara garis besar terdiri dari:

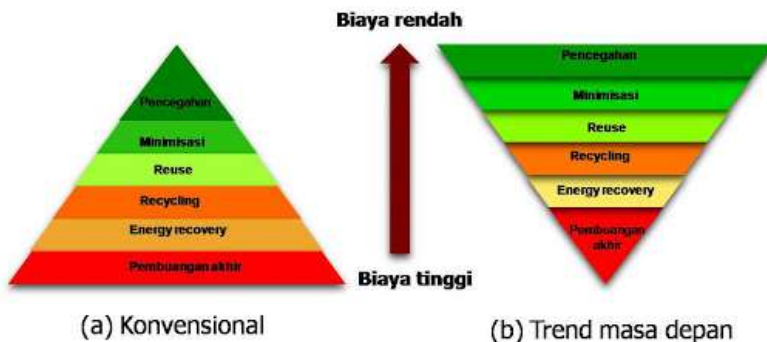
a) Pemanfaatan sampah organik, misalnya pengomposan. Hal ini karena komposisi sampah di Indonesia yang berupa sampah organik berkisar antara 50-70%. Melalui proses komposting, sampah organik dapat tereduksi hingga 60% dan hasilnya

dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk keperluan pribadi maupun dijual.

- b) Pemanfaatan sampah anorganik, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pemanfaatan kembali sampah anorganik secara langsung, misalnya pembuatan kerajinan yang berbahan baku barang bekas. Sementara, pemanfaatan kembali sampah anorganik secara tidak langsung, misalnya menjual barang bekas seperti botol, kaleng, koran, dan kertas bekas.

3) Penimbunan Akhir.

Pada akhirnya, akan tetap ada sampah yang memang sudah tidak dapat dimanfaatkan secara ekonomis. Sampah tersebut harus dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). TPA harus memenuhi persyaratan teknis metode *sanitary landfill*, baik dasar pemilihan lokasi, penentuan lokasi, dan pengoperasian serta pemeliharannya.



Gambar 2.1 Hierarki Pengelolaan Sampah

Gambar 2.1 menjelaskan bahwa cara konvensional belum menerapkan pengelolaan di hulu, belum menerapkan prinsip 3R, dan sepenuhnya bergantung pada TPA. Sementara trend masa depan menerapkan pengelolaan di hulu (*eco-product*, *labeling*, dll), sudah menerapkan prinsip 3R, serta peran TPA semakin berkurang dan lebih berwawasan lingkungan.

2.4 Komposisi dan Karakteristik Sampah

Dalam penelitian ini, data komposisi sampah diperlukan untuk menentukan persentase sampah menurut jenisnya. Menurut Trihadiningrum (2004) komposisi sampah adalah susunan masing-masing komponen sampah yang dinyatakan dalam % berat. Data komposisi sampah dapat digunakan untuk menentukan karakteristik sampah. Misal, kalor bakar dan potensi pemanfaatan kembali atau daur ulang. Selain itu, data komposisi sampah diperlukan guna menetapkan kebutuhan fasilitas peralatan, sistem, serta program dan rencana pengelolaan sampah.

Komposisi sampah mencakup persentase dari komponen pembentuk sampah yang secara fisik dapat dibedakan antara sampah organik, kertas, plastik, logam, dan lain-lain. Komposisi sampah ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan pilihan kelayakan pengolahan sampah, khususnya daur ulang dan pembuatan kompos serta kemungkinan penggunaan gas *landfill* sebagai energi alternatif. Komposisi sampah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya cuaca, musim, frekuensi pengumpulan, tingkat sosial ekonomi, pendapatan perkapita, kemasan produk, dan sebagainya (Darmasetiawan, 2004).

Menurut Maryani *et al.* (2012) komposisi sampah perkotaan menurut beratnya didominasi oleh sampah sisa makanan, kertas, dan plastik. Sedangkan sisanya adalah sampah daun-daunan, logam, kaca, karet, dan lain-lain. Persentase komponen sampah perkotaan menurut berat dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Persentase Komponen Sampah Perkotaan Menurut Berat

Jenis Komposisi	Persentase (%)
Sisa Makanan	38
Daun-daunan	14
Kertas	23
Plastik	15
Logam	2
Kaca	2
Karet	3
Lain-lain	3
Total	100

Sumber: Maryani *et al.* (2012)

Jika ditinjau dari persentase volume, komposisi yang mendominasi adalah sampah kertas dan plastik. Persentase yang terkecil adalah sampah jenis karet. Tabel 2.2 menunjukkan persentase komponen sampah perkotaan menurut volume.

Tabel 2. 2 Persentase Komponen Sampah Perkotaan Menurut Volume

Jenis Komposisi	Persentase (%)
Sisa Makanan	16
Daun-daunan	9
Kertas	31
Plastik	30
Logam	4
Kaca	3
Karet	2
Lain-lain	5
Total	100

Sumber: Maryani *et al.* (2012)

Komposisi sampah padat dipengaruhi oleh faktor berikut:

- a. Aktivitas penghuni daerah tersebut.
- b. Sistem pewadahan, pengumpulan, serta pengangkutan yang dipakai.
- c. Adanya sampah-sampah yang akan dibuang sendiri atau dibakar.
- d. Sosial-ekonomi.
- e. Musim atau iklim.
- f. Kebiasaan masyarakat.
- g. Teknologi.
- h. Sumber dari mana sampah itu berasal.

Perhitungan komposisi sampah berdasarkan acuan SNI 19-3964-1994 (Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan), yaitu dengan mengambil ± 100 kg sampah yang akan dianalisis. Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993) pengambilan sampel sampah untuk analisis komposisi menggunakan metode perempatan. Dari total jumlah sampah yang masuk, kemudian dibagi menjadi 4 bagian dan diambil 1 bagian secara acak. Jika berat sampah tidak mencapai 100 kg, maka 3 bagian sisa dibagi menjadi empat

bagian dan diambil 1 bagian secara acak sehingga mencapai ± 100 kg.

Karakteristik sampah dapat dibedakan menjadi beberapa macam. Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993) karakteristik sampah terdiri dari 3 macam, antara lain:

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik sampah dapat diketahui dengan analisis densitas sampah, kadar air, ukuran partikel, kapasitas lahan, dan permeabilitas sampah. Analisis densitas sampah dapat dilakukan dengan menghitung timbunan sampah yang dinyatakan dari hasil perbandingan berat terhadap volume. Satuan densitas adalah kg/m^3 . Perhitungan densitas dapat dilihat pada persamaan 2.1:

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Densitas menurut Tchobanoglous *et al.* (1993) terdiri dari berbagai tipikal. Tabel 2.3 menunjukkan tingkat densitas sampah menurut spesifikasi Tchobanoglous *et al.*, (1993):

Tabel 2. 3 Tipikal Densitas Sampah

Jenis	Tingkat Densitas (lb/yd ³)	Tipikal Densitas (lb/yd ³)
Truk kompaktor	300-760	500
Normally compacted (in landfill)	610-840	760
Well-compacted (in landfill)	995-1250	1010

Keterangan: $\text{lb/yd}^3 = 0,5993 \text{ kg/m}^3$

Sumber: Tchobanoglous *et al.* (1993)

Menurut Zubair dan Haeruddin (2012) kepadatan (densitas) sampah menyatakan berat sampah per satuan volume. Data kepadatan sampah penting untuk perencanaan sistem pembuangan akhir karena rendahnya kepadatan (densitas) sampah menyebabkan meningkatnya luas areal yang diperlukan untuk pembuangan akhir dan penurunan permukaan tanah setelah penimbunan.

2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia diperlukan sebagai data untuk mengetahui alternatif pengolahan sampah. Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993) karakteristik kimia sampah dapat diketahui dengan melakukan analisis *proximate*, analisis *ultimate*, titik lebur abu, dan potensi kandungan energi yang tersimpan dalam sampah.

3. Karakteristik Biologis

Karakteristik biologis sampah adalah komponen yang menyusun bahan organik. Karakteristik biologis sampah terdiri dari:

- a. Unsur yang mudah larut dalam air.
- b. Hemiselulosa, merupakan produk kondensasi dari karbon yang berantai lima atau enam.
- c. Selulosa.
- d. Lemak, minyak, dan bahan yang tergolong dalam kategori ester.
- e. Lignin, merupakan salah satu unsur yang susah diurai oleh bakteri.
- f. Lignoselulosa, merupakan kombinasi antara lignin dan selulosa.
- g. Protein, terbentuk dari rantai asam amino.

Menurut Agustia *et al.* (2014) secara umum karakteristik sampah di Indonesia, yaitu:

- a. Densitas sampah tinggi.
- b. Kadar air tinggi.
- c. Didominasi oleh sampah organik (terutama sampah yang mudah membusuk).
- d. Mengandung pasir, debu, dan kotoran dari sampah sapuan jalan dengan ukuran partikel sampah kurang dari 50 mm.

2.5 Pengelolaan Sampah

Menurut PP RI No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Pengelolaan sampah bertujuan untuk:

- a. Menjaga kelestarian fungsi lingkungan hidup dan kesehatan masyarakat.
- b. Menjadikan sampah sebagai sumber daya.

Penyelenggaraan pengelolaan sampah meliputi pengurangan sampah di sumber dan penanganan sampah ketika masuk ke tempat pemrosesan. Menurut Winarta *et al.* (2005) kegiatan pencegahan dan pengurangan sampah yang dilakukan di sumber sampah dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti reduksi sampah, pemakaian kembali, dan daur ulang. Menurut Ayuningtyas (2010) pengelolaan sampah dapat dikatakan sebagai utilitas yang dapat memengaruhi perkembangan kota sehingga membutuhkan penanganan yang benar karena keberadaan volume sampah semakin hari semakin bertambah seiring pertambahan jumlah penduduk, sedangkan sampah bersifat sebagai polutan yang mencemari tanah, air, udara, dan estetika pandangan suatu kota, serta dapat mengganggu kesehatan.

Berdasarkan definisi dari Tchobanoglous *et al.* (1993) pengelolaan sampah merupakan teknik pengendalian terhadap timbulan sampah, penyimpanan, pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan, pemrosesan dan pembuangan sampah, dengan cara dan prinsip yang memerhatikan aspek kesehatan masyarakat, ekonomi, rekayasa, konservasi, estetika, pertimbangan lingkungan lainnya, dan juga responsif terhadap perilaku masyarakat.

Menurut Fernando (2011) secara umum sistem pengelolaan sampah di Indonesia memiliki pola pengelolaan kumpul, angkut, dan buang. Sampah yang berasal dari berbagai sumber seperti pemukiman, perkantoran, industri, dan lain-lain dikumpulkan dalam berbagai jenis wadah. Dari wadah pengumpulan seperti tong sampah, kontainer, maupun bak beton diangkut ke TPS yang kemudian dibawa ke truk menuju TPA.

Menurut SNI 19-2454-2002 Tentang Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, teknik pengolahan sampah juga meliputi:

1. Pengomposan.
 - a. Berdasarkan kapasitas (individual, komunal, skala lingkungan).
 - b. Berdasarkan proses (alami, biologis dengan cacing, biologis dengan mikroorganisme tambahan).
2. Insinerasi berwawasan lingkungan.
3. Daur ulang.

- a. Sampah anorganik disesuaikan dengan jenis sampah.
 - b. Menggunakan kembali sampah organik sebagai makanan ternak.
4. Pengurangan volume sampah dengan pencacahan atau pemadatan.
 5. Biogasifikasi (pemanfaatan energi hasil pengolahan sampah).

Pengolahan sampah seharusnya dilakukan dengan prinsip mereduksi dan mendaur ulang sampah sebelum dibuang ke TPA. Sampah yang tidak dapat diolah kembali akan menjadi residu dan residu tersebut akan dibuang ke TPA.

Menurut Perda Kota Balikpapan No. 13 Tahun 2015 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, pengelolaan sampah dilakukan dengan cara:

- a. Pengurangan sampah.
- b. Penanganan sampah.

Pengurangan sampah sebagaimana dimaksud dilakukan melalui kegiatan:

- a. Pembatasan timbulan sampah.
- b. Pendaauran ulang sampah.
- c. Pemanfaatan kembali sampah.

Setiap orang dan pelaku usaha harus melakukan kegiatan mengurangi sampah dengan cara:

- a. Menggunakan bahan yang dapat diguna ulang, bahan yang dapat didaur ulang, dan/atau bahan yang mudah diurai oleh proses alam.
- b. Mengumpulkan dan menyerahkan kembali sampah dari produk dan/atau kemasan yang sudah digunakan.

Sementara penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga meliputi:

- a. Pemilahan dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah.
- b. Pengumpulan dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke TPS, halte sampah, atau TPS 3R.
- c. Pengangkutan dalam bentuk membawa sampah dari TPS atau dari TPS 3R menuju ke TPST atau TPA.
- d. Pengolahan dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah.

- e. Pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Pemilahan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga dilakukan oleh setiap orang pada sumbernya. Pemilahan dilakukan melalui kegiatan pengelompokan sampah menjadi paling sedikit 5 jenis sampah yang terdiri atas:

- a. Sampah yang mengandung bahan berbahaya beracun.
- b. Sampah yang mudah terurai.
- c. Sampah yang dapat digunakan kembali
- d. Sampah yang dapat didaur ulang.
- e. Sampah lainnya.

Pemilahan sampah harus menggunakan sarana yang memenuhi persyaratan:

- a. Jumlah sarana sesuai jenis pengelompokan sampah.
- b. Diberi label atau tanda.
- c. Bahan, bentuk, dan warna wadah.

Pengolahan sampah memiliki skala tertentu. Berdasarkan Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PU (2012) bahwa skala pengolahan sampah dapat dibedakan atas beberapa skala, yaitu:

1. Skala individu

Merupakan pengolahan yang dilakukan oleh penghasil sampah secara langsung di sumbernya (rumah tangga/kantor). Contoh pengolahan sampah pada skala individu adalah pemilahan sampah atau komposting dalam skala individu.

2. Skala kawasan

Merupakan pengolahan yang dilakukan untuk melayani suatu lingkungan/kawasan (perumahan, perkantoran, pasar, dan lain-lain). Lokasi pengolahan kawasan dapat dilakukan pada TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu). Proses yang dilakukan di TPST pada umumnya berupa pemilahan, pencacahan sampah organik, pengomposan, pengepakan kompos, dan pencacahan plastik untuk daur ulang.

3. Skala kota

Pengolahan pada skala ini dilakukan untuk melayani sebagian atau seluruh wilayah kota dan dikelola oleh pengelola

kebersihan kota. Lokasi pengolahan dilakukan di TPST yang umumnya menggunakan bantuan peralatan mekanis.

2.6 Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST)

Menurut Wibowo dan Darwin (2007) MRF (*Material Recovery Facilities*) atau TPST merupakan fasilitas pengelolaan sampah yang bertujuan untuk mengolah sampah dan memanfaatkannya kembali. Hal ini bertujuan untuk mengolah sampah dan memanfaatkannya kembali sehingga dapat mereduksi sampah yang dihasilkan. Sedangkan menurut Tchobanoglous *et al.* (1993) MRF atau TPST adalah fasilitas dimana terjadi pemisahan (pemisahan) lebih lanjut dan pengolahan sampah yang telah dipilah dari sumber. MRF atau TPST berfungsi sebagai pusat *drop-off* untuk sampah yang telah dipilah, fasilitas pemisahan (pemisahan) bahan, fasilitas pengomposan dan biokonversi sampah, fasilitas produksi *refuse-derived fuel* (RDF), serta fasilitas transfer dan transportasi sampah.

Menurut Hardianto dan Trihadiningrum (2014) TPST didefinisikan sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pemisahan dan pengolahan sampah secara terpusat. TPST bisa menjadi metode yang layak untuk mencapai tujuan materi daur ulang di kota-kota. TPST adalah tempat dimana limbah padat dipisahkan, diproses, dan disimpan untuk digunakan sebagai bahan baku untuk diproduksi ulang dan diolah kembali. Jika sebuah kota akan membangun dan mengoperasikan MRF atau TPST, maka kota tersebut dapat mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan dengan memerhatikan pengurangan biaya operasi dan penjualan bahan daur ulang untuk konservasi sumber daya.

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PU (2012) kegiatan pokok TPST adalah:

1. Pengolahan lebih lanjut sampah yang telah dipilah dari sumber.
2. Pemisahan dan pengolahan langsung komponen sampah kota.
3. Peningkatan mutu produk *recovery/recycling*.

Sistem pengolahan sampah terpadu mengombinasikan pendekatan pengurangan sumber sampah, daur ulang dan guna ulang, pengomposan, insinerasi, dan pemrosesan akhir. Pengurangan sumber sampah dalam skala rumah tangga dapat

dilakukan dengan menanamkan kebiasaan untuk tidak boros dalam penggunaan barang keseharian. Pendekatan daur ulang dan guna ulang dapat diterapkan khususnya pada sampah anorganik seperti kertas, plastik, alumunium, gelas, logam, dan lain-lain. Sedangkan untuk sampah organik dapat diolah dengan mengomposkan sampah basah (Santoso, 2008).

TPST sebagai tempat daur ulang sampah memerlukan fasilitas berdasarkan komponen sampah yang masuk dan yang akan dikelola. Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PU (2012) secara umum fasilitas dibedakan atas:

1. Fasilitas *preprocessing*, merupakan tahap awal pemisahan sampah untuk mengetahui jenis sampah yang masuk, meliputi proses sebagai berikut:
 - a. Penimbangan, mengetahui jumlah sampah yang masuk.
 - b. Penerimaan dan penyimpanan, menentukan area untuk mengantisipasi jika sampah yang terolah tidak secepat sampah yang datang ke lokasi.
2. Fasilitas pemilahan, bisa secara manual maupun mekanis. Secara manual akan membutuhkan tenaga kerja. Secara mekanis membutuhkan peralatan mekanis pemilahan sampah (*disc screen, reciprocating screen*, dan lain-lain).
3. Fasilitas pengolahan sampah secara fisik, setelah dipilah sampah akan ditangani menurut jenis dan ukuran material.
4. Fasilitas pengolahan yang lain seperti komposting.

Proses-proses yang berlangsung di TPST terdiri dari tiga proses (Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian PU, 2012):

1. Transformasi fisik, merupakan pemisahan sampah dengan berbagai metode, baik pemisahan secara manual maupun pemisahan secara mekanik menggunakan beberapa peralatan, seperti *rotating screen, magnetic separation*, dan lain-lain. Selain itu, sampah kering seperti plastik, kardus, dan lain-lain mengalami proses pemisahan dan pencacahan. Selain itu, proses kompaksi juga dapat terjadi di lokasi ini.
2. Transformasi biologi, yaitu proses pengomposan yang bisa diterapkan dalam skala TPST. Proses pengomposan ini bisa menggunakan beberapa metode seperti *windrow composting* atau komposter angin dan proses pengomposan yang lain.
3. Transformasi kimia, dengan mengubah sampah menjadi briket sampah.

2.7 Pengukuran Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita perhari, atau perluas bangunan, atau perpanjang jalan (SNI 19-2454-2002). Data timbulan sampah sangat penting diketahui untuk menentukan fasilitas setiap unit pengelolaan sampah dan kapasitasnya, misal fasilitas peralatan, kendaraan pengangkut, fasilitas daur ulang, luas dan jenis TPA.

Menurut Pandebesie (2005) dan Tchobanoglous *et al.* (1993) terdapat beberapa metode untuk mengukur timbulan sampah, antara lain:

1. *Load-Count Analysis* (Analisis Perhitungan Beban).

Metode ini menghitung jumlah masing-masing volume sampah masuk dengan mencatat volume sampah, berat sampah, jenis angkutan, dan sumber sampah. Kemudian, dihitung jumlah timbulan sampah kota selama periode tertentu.

2. *Weight-Volume Analysis* (Analisis Berat-Volume).

Jumlah masing-masing volume sampah masuk dihitung dengan mencatat volume dan berat sampah. Kemudian, menghitung jumlah timbulannya.

3. *Material-Balance Analysis* (Analisis Kesetimbangan Material).

Metode ini menganalisis secara cermat aliran bahan masuk, bahan hilang dalam sistem, dan aliran bahan yang menjadi residu dalam sebuah *boundary system*.

2.8 Kondisi Eksisting TPST Gunung Bahagia

TPST Gunung Bahagia berlokasi di Jalan Rengganis, Kelurahan Gunung Bahagia, Kecamatan Balikpapan Selatan dengan luas lahan 800 m². TPST ini merupakan *pilot project* kerjasama antara Pemerintah Indonesia dengan Jepang yang diinisiasi pada tahun 2014 yang bertujuan mengedukasi masyarakat untuk mengelola sampah berbasis 3R dan dapat mengurangi timbulan sampah ke TPA dengan mengumpulkan sampah yang masih dapat didaur ulang.

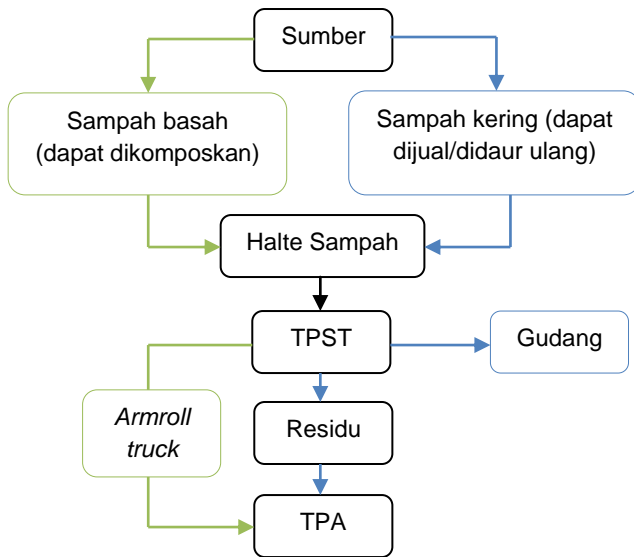
Lokasi percontohan bermula di Kelurahan Gunung Bahagia dan kemudian dikembangkan meliputi Kelurahan Sepinggan Baru dengan total jumlah penduduk adalah 51.783 jiwa (7.561 KK) pada tahun 2015. Daerah pelayanan TPST dapat dilihat pada Lampiran A. TPST ini diinisiasi serentak dengan penutupan 7

TPS di Kelurahan Gunung Bahagia. Kondisi TPS setelah penutupan dapat dilihat pada Gambar 2.2. TPST Gunung Bahagia memperkenalkan sebuah sistem baru dari pengumpulan sampah, yaitu halte sampah. Halte sampah adalah titik simpul pengumpulan sampah sementara yang disepakati masyarakat dengan batas waktu tertentu tanpa dilengkapi dengan bangunan (Perda Kota Balikpapan No. 13 Tahun 2015). Sampah-sampah ini telah terpilah, tidak seperti TPS pada umumnya yang menampung segala jenis sampah dimana sampah-sampah tersebut bisa dibuang kapanpun. Sistem pengumpulan sampah yang dimaksud tersaji dalam Gambar 2.3. Sistem yang diterapkan untuk area perumahan yaitu pengumpulan sampah basah lima kali seminggu (pukul 7-9 pagi) dan pengumpulan sampah kering (dapat didaur ulang dan lainnya) seminggu sekali (pukul 7-9 pagi). Sampah-sampah tersebut dikumpulkan ke dalam kantong yang telah dibagikan oleh pemerintah kota melalui ketua RT dan dibuang pada hari yang berbeda sesuai jadwal. Tidak ada pengumpulan di hari Minggu. Waktu transportasi dimulai pukul 8.00 hingga 13.00 menggunakan *pick up* seperti terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 2 Kondisi TPS Setelah Adanya TPST

Sampah basah maupun sampah kering dari sumber sampah akan dikumpulkan oleh *pick up* dari halte sampah menuju TPST. Setibanya di TPST, sampah basah akan langsung ditransfer ke *armroll truck* berkapasitas 6 m³ yang menuju TPA sementara sampah kering akan langsung diolah di TPST. Jadi, di TPST Gunung Bahagia tidak ada pengolahan sampah basah.



Gambar 2. 3 Skema Pengumpulan Sampah dari Sumber



Gambar 2. 4 *Pick up* Pengumpul Sampah dari Halte Sampah menuju TPST

TPST Gunung Bahagia mulai beroperasi pada Februari 2016 dengan kapasitas penerimaan maksimal 10 ton/hari. Modal awal pembangunan TPST sebesar Rp400 juta bersumber dari APBD. Konsep operasional TPST adalah pemilahan dari sumber, yaitu pemilahan sampah basah (dapat dikomposkan) dan kering (dapat

dijual/didaur ulang). Selanjutnya, pengumpulan terpisah menggunakan *pick up*. Sampah daur ulang kemudian ditransportasikan dan dikumpulkan terpisah di TPST. Daur ulang terpilah disimpan di gudang berdasarkan jenis material untuk selanjutnya dijual ke pengepul. Sampah B3 dibiarkan terpisah selama sebulan, ditimbang lalu dikirim ke kontainer yang ditunjuk di TPA.

2.8.1 Jumlah Sampah yang Diolah

TPST Gunung Bahagia dikhususkan untuk mengolah sampah kering (anorganik) yang terbagi menjadi delapan jenis dan dipilah berdasarkan nilai jual. Sedangkan sampah organik yang telah dikumpulkan akan langsung diangkut ke TPA untuk dijadikan kompos ataupun langsung ditimbun di lahan penimbunan. Sampah kering yang dipilah adalah kertas, gelas plastik, plastik nonbotol, kaleng/besi, botol kaca, botol plastik, serta B3 dan lainnya. Sampah kering yang bernilai jual ini akan dijual ke pengepul. Sedangkan sampah kering yang tidak bernilai jual atau yang tidak dapat diolah di TPST akan dibuang ke TPA sebagai residu. Tabel 2.4 menunjukkan data berat rata-rata sampah yang masuk ke TPST Gunung Bahagia selama satu tahun terakhir. Jumlah sampah per hari yang masuk ke TPST selama satu tahun terakhir mengalami fluktuasi.

Tabel 2.4 Rata-rata Sampah yang Diolah Setahun Terakhir

Tahun	Bulan	Berat Sampah (kg/hari)
2016	Februari	2355,99
	Maret	2118,61
	April	1423,78
	Mei	1587,53
	Juni	2777,58
	Juli	3110,88
	Agustus	2815,69
	September	2936,16
	Oktober	2985,92
	November	2928,23
	Desember	3367,33
2017	Januari	3834,48

Sumber: TPST Gunung Bahagia (2017)

Berdasarkan ketentuan Direktorat Jenderal Cipta Karya (2012) TPST Gunung Bahagia menggunakan prinsip pengolahan sampah skala kawasan. Mayoritas sumber sampah berasal dari pemukiman, perumahan, fasilitas umum berupa sekolah, dan area komersil di pinggir jalan raya. Perumahan yang masuk dalam daerah pelayanan yaitu Perumahan Griya Permata Asri dan Perumahan Daun Village. Untuk fasilitas umum yang masuk dalam daerah pelayanan yaitu 7 TK, 5 SD, 3 SMP, dan 4 SMA. Badan usaha di area komersil dalam daerah pelayanan juga dilayani. Area komersil membayar biaya retribusi lebih besar dibandingkan rumah tangga karena sampah yang dihasilkan adalah sampah spesifik dan volumenya lebih besar dari volume sampah rumah tangga biasa. Selama pengukuran sampah di lapangan, sampah yang masuk ke TPST paling banyak adalah sampah dari pemukiman (rumah tangga).

Kondisi eksisting TPST Gunung Bahagia memiliki 1 unit kantor berukuran 4 x 4 m, 1 unit kamar mandi, dan lahan parkir untuk kendaraan pengumpul dan pengangkut sampah. Tata letak TPST dapat dilihat pada Lampiran A.

Pengumpulan sampah dari sumber dilakukan mulai pukul 08.00 WITA. Hal ini dikarenakan sampah yang masuk harus segera diolah pada jam kerja setiap harinya. Jam kerja berakhir pada pukul 15.00 WITA. Residu sampah harus dibuang setiap hari agar tidak terjadi penumpukan sampah di area TPST. Hasil pemilahan sampah kering di TPST ini beragam. Semua dijual ke rekanan TPST (pengepul) dengan harga tertentu.

2.8.2 SDM TPST Gunung Bahagia

TPST Gunung Bahagia memiliki 29 pegawai yang terdiri dari supir, tenaga pengumpul sampah, tenaga pemilah sampah, mekanik, *security*, administrasi, dan *supervisor*. Para pegawai TPST ini mayoritas berasal dari penduduk sekitar Kelurahan Gunung Bahagia maupun Sepinggan Baru yang awalnya tidak memiliki pekerjaan. Mayoritas pegawai TPST adalah laki-laki sebanyak 21 orang, sedangkan pegawai wanita berjumlah 8 orang. Tenaga pemilah sampah mayoritas wanita dan bertugas memilah sampah kering yang masuk ke TPST menjadi 8 jenis sampah. Tenaga pengumpul sampah beserta supir semuanya laki-laki dan bertugas mengumpulkan sampah dari halte sampah

menuju TPST menggunakan *pick up*. Sedangkan supir beserta Anak Buah Kendaraan (ABK) untuk pengangkutan residu dari TPST menuju TPA menggunakan *armroll truck* dengan kapasitas 6 m³. Berikut pembagian tugas dan tanggung jawab pengurus TPST Gunung Bahagia secara keseluruhan (DKPP, 2014):

1. Koordinator (PNS):

- a) Melakukan pembinaan pengurus TPST Gunung Bahagia.
- b) Melakukan manajemen pengelolaan sampah dan sumber daya manusia.
- c) Melakukan hubungan kerjasama dengan pihak terkait.
- d) Melakukan koordinasi dengan instansi, baik swasta maupun pemerintah, terkait kemajuan pengelolaan sampah di TPST.
- e) Mengoordinasi pengurus TPST sesuai bidang tugasnya.
- f) Melakukan rapat evaluasi perkembangan dan kemajuan pengelolaan TPST setiap 3 bulan sekali.
- g) Mempertanggungjawabkan dan melaporkan kegiatan pengelolaan TPST kepada Pemerintah Kota Balikpapan melalui SKPD pembina.

2. Tenaga Administrasi (NonPNS):

- a) Membantu koordinator melakukan kegiatan operasional lapangan.
- b) Melakukan absensi petugas operasional.
- c) Melakukan tugas administrasi kantor.
- d) Melakukan pencatatan kegiatan operasional pengelolaan sampah di TPST.
- e) Bertanggung jawab dalam bidang administrasi dan keuangan.

3. Supervisor (NonPNS):

- a) Membagi dan memberi tugas operasional kepada petugas sesuai bidang tugasnya.
- b) Melakukan pengendalian dan pengawasan kepada petugas operasional lapangan.
- c) Melaksanakan perintah koordinator TPST selaku pembina kegiatan pengelolaan sampah.
- d) Melakukan koordinasi dengan pihak kelurahan, RT, dan relawan setempat.
- e) Melaporkan hasil kegiatan operasional kepada koordinator setiap hari melalui petugas administrasi.

- f) Melaksanakan perintah lain yang berkaitan dengan tugas pengelolaan sampah di TPST.
- 4. Mekanik (NonPNS):
 - a) Melakukan tugas teknis pengoperasian sarana dan prasarana TPST.
 - b) Melakukan pengawasan teknis alat-alat operasional TPST.
 - c) Melakukan pemeliharaan dan perawatan alat-alat TPST.
- 5. Security (NonPNS):
 - a) Melakukan tugas keamanan dan pengamanan internal dan eksternal.
- 6. Tenaga Pilah (NonPNS):
 - a) Melakukan tugas pemilahan sampah sesuai jenisnya melalui *belt conveyor*.
 - b) Melakukan pembersihan dan pengepresan sampah yang telah terpilah.
- 7. Supir dan ABK (NonPNS):
 - a) Mengumpulkan sampah pada titik-titik halte sesuai pembagian tugas operasional.
 - b) Membantu mengumpulkan sampah di luar halte dalam kawasan operasional.
 - c) Melaksanakan tugas pengumpulan lain yang diperintahkan oleh koordinator dan *supervisor* pengelola TPST.

Jadwal kerja di TPST Gunung Bahagia dilakukan setiap hari Senin hingga Sabtu, dari pukul 08.00 hingga pukul 15.00 WITA tanpa menggunakan sistem *shift* karena jumlah pegawai yang terbatas. Dikarenakan hari Minggu tidak ada jadwal pengumpulan dan pemilahan, rata-rata jumlah sampah yang masuk pada hari Senin setiap bulannya akan sedikit lebih banyak dibandingkan hari-hari lainnya. Struktur pengurus serta jumlah tenaga kerja pengolahan sampah di TPST Gunung Bahagia dapat dilihat pada Gambar 2.5 dan Tabel 2.6 berturut-turut.

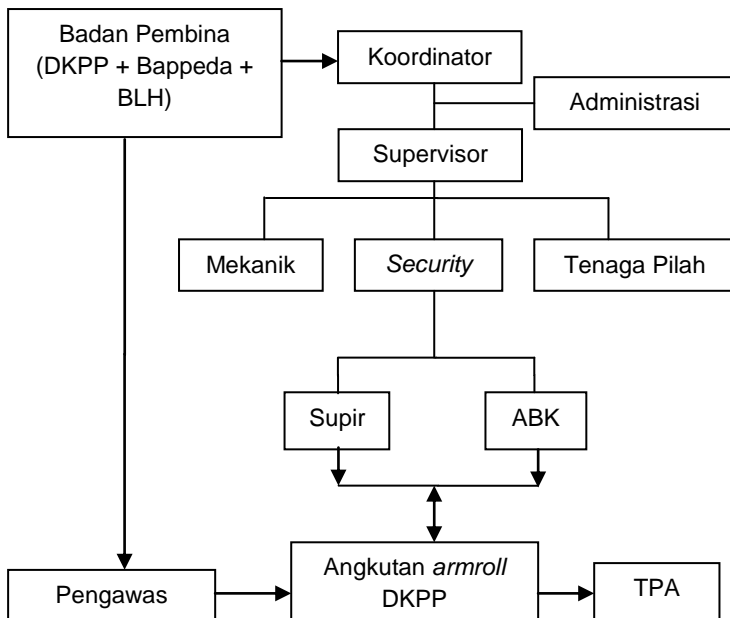
Tabel 2. 5 Jumlah Pekerja TPST Gunung Bahagia

Jenis Pekerjaan	Jumlah
Supir	4
Tenaga Pengumpul Sampah	8
Tenaga Pemilah Sampah	10
Mekanik	1

Lanjutan Tabel 2. 5 Jumlah Pekerja TPST Gunung Bahagia

Jenis Pekerjaan	Jumlah
Administrasi	2
Security	3
Supervisor	1
Total	29

Sumber: DKPP Kota Balikpapan (2015)



Gambar 2. 5 Struktur Pengurus TPST Gunung Bahagia

2.8.3 Fasilitas Pengumpulan dan Pengolahan Sampah

Untuk menunjang proses pengumpulan sampah, TPST Gunung Bahagia memiliki 4 unit *pick up* yang aktif mengumpulkan sampah dari sumber penghasil sampah. Untuk mengangkut residu dari TPST ke TPA digunakan 1 unit *armroll truck*. Gambar 2.4 dan 2.6 menunjukkan unit *pick up* dan *armroll truck* yang digunakan setiap harinya.



Gambar 2.6 Armroll Truck TPST Gunung Bahagia

Sampah yang masuk dengan *pick up* (Gran Max) biasanya mulai pukul 09.00 WITA. Jumlah ritasi dalam mengumpulkan sampah sekitar 2 hingga 3 rit per hari untuk masing-masing unit. Berdasarkan hasil pengukuran sampah rata-rata ukuran *pick up* (Gambar 2.4) adalah sebagai berikut:

Panjang	: 2,20 m
Lebar	: 1,60 m
Tinggi	: 1,50 m

Kendaraan *armroll truck* (Gambar 2.6) di TPST tidak digunakan untuk mengumpulkan sampah dari sumber seperti *pick up*. Kendaraan ini digunakan untuk mengangkut residu sampah ke TPA. Jumlah *armroll truck* di TPST Gunung Bahagia ada dua unit. Jumlah rit per hari dalam mengangkut residu adalah 1 rit per hari. Ukuran *armroll truck* adalah sebagai berikut:

Panjang	: 3,50 m
Lebar	: 1,92 m
Tinggi	: 0,90 m

Hasil pengukuran volume kendaraan dapat dilihat pada subbab 4.1.1

Selain memiliki fasilitas kendaraan pengumpul dan pengangkut, TPST Gunung Bahagia juga memiliki fasilitas pengolahan sampah seperti yang diuraikan pada Tabel 2.6. Akan tetapi, hasil observasi di lapangan menunjukkan bahwa mesin pres sampah tidak dioperasikan karena masih terkendala listrik. Jika mesin pres sampah ini digunakan maka akan sangat membantu proses pengepresan sampah plastik, kertas, serta kaleng sehingga menghasilkan ruang volume yang kecil namun tetap berat. Dengan demikian, proses pengangkutan menjadi

efisien dan tidak membutuhkan biaya yang besar. TPST Gunung Bahagia juga memiliki 1 unit komputer untuk menunjang administrasi sebagai perangkat penyimpanan data.

Tabel 2. 6 Fasilitas dan Alat di TPST Gunung Bahagia

Fasilitas/Peralatan	Jumlah (unit)	Perolehan
Bangunan TPST	1	APBD 2015
Mobil <i>pick up</i>	4	APBD 2015
<i>Conveyor Belt</i>	2	APBD 2015
Mesin pres sampah	1	APBD 2015
Kontainer 6 m ³	2	APBD 2015
Kontainer <i>wire net</i> (wadah jaring)	8	APBD 2015
Kontainer plastik beroda	3	APBD 2015
Kontainer bin beroda	5	APBD 2015
Drum plastik	10	APBD 2015
Gerobak sampah	5	APBD 2015

Sumber: Data TPST Gunung Bahagia (2016)

Pengumpulan sampah daur ulang mencapai 5-8 ton per hari. Sampah basah dan sampah residu dari TPST ditransportasikan ke TPA menggunakan *armroll truck* dengan kapasitas 6 m³.

Berdasarkan data dari DKPP Balikpapan (2015), jenis sampah kering yang masuk ke TPST adalah sebagai berikut:

1. Kertas 1.
 - a. HVS: kertas warna putih.
 - b. Koran: koran yang kertasnya tidak menguning dan tidak basah.
 - c. Kertas buram/warna: kertas yang tidak berwarna putih, misalnya kertas cokelat, buku sekolah, LKS, dan lain-lain.
2. Kertas 2.
 - a. Majalah: majalah, buku paket sekolah.
 - b. Kardus: kardus berwarna cokelat dan tebal.
 - c. Dupleks: karton warna, misalnya karton susu, undangan, kalender, kemasan rokok, bekas nasi kotak, dan bekas kotak *snack*.
3. Gelas plastik.
 - a. Baik: tanpa logo.
 - b. Kotor: masih ada logo.

4. Botol plastik.
 - a. Baik: tanpa logo, cincin, dan tutup botol, serta dalam kondisi bersih.
 - b. Kotor: masih ada logo, cincin, dan tutup botol.
 - c. Warna: botol plastik berwarna, misalnya *mizone*, *sprite*, dan lain-lain.
5. Plastik nonbotol.
 - a. Emberan: plastik jenis ini lentur dan tidak tenggelam di air, misal ember hitam, baskom, gayung, kursi, botol shampo, botol sabun cair, dan lain-lain.
 - b. Kerasan/CD: plastik jenis ini tenggelam di air, misalnya mainan anak, *hanger* baju, pecahan helm, botol vixal, *cologne*, dan lain-lain.
 - c. Tutup galon: semua jenis tutup botol.
 - d. Galon.
 - e. Jeriken: jeriken putih dan jeriken berwarna.
6. Kaleng/besi.
 - a. Besi super: besi utuh tanpa ada karat, besi tebal, dan besi kolom.
 - b. Besi keropos: besi yang berlubang, besi tipis, kompor gas, sepeda pancal, dan lain-lain.
 - c. Alumunium: panci, dandang, spatula, wajan, dan lain-lain.
 - d. Recek: kaleng fanta, sprite, coca-cola, yeos, dan kaleng lainnya yang mudah diremas.
 - e. Seng: seng bekas (sementara belum laku).
 - f. Kaleng: kaleng *bear brand*, kaleng biskuit, dan kaleng lainnya yang tidak mudah diremas.
 - g. Tembaga: isi kabel, dinamo, dan lain-lain.
 - h. Kuningan: kawat kuningan dan lain-lain.
7. Botol kaca.
 - a. Botol biasa: botol bensin, botol sirup, dan lain-lain.
 - b. Botol bir: botol bir dengan tulisan timbul, misalnya botol bir bintang
8. Lain-lain dan B3.
 - a. Kipas angin: ukuran besar dan kecil.
 - b. Mesin cuci: dilihat banyak besi atau plastiknya.
 - c. AC: tergantung ukuran PK.
 - d. TV: tergantung ukuran inch.
 - e. Monitor, *magic com*, lampu cas, setrika, dan piring telur.

Alur kerja TPST Gunung Bahagia dapat dilihat pada Gambar 2.7. Data pemulihan awal adalah jumlah sampah yang diambil dari *conveyor*, sedangkan data pemulihan akhir adalah jumlah sampah yang dikirim.

Berikut adalah penjelasan operasional TPST yang juga mengacu pada layout seperti tersaji pada Lampiran A. Pemilahan sampah terjadi di TPST, kemudian disimpan di gudang sebelum dijual ke pengepul. Jarak antara TPST dan gudang ± 400 meter.

1. Penerimaan Sampah

Setelah mengumpulkan karung yang berisi sampah daur ulang dan lainnya, *pick up* datang ke TPST dan berhenti di inlet seperti terlihat di Gambar 2.8. Pekerja pengumpul mengosongkan kantong sampah melalui pelontar (*hopper*) di inlet. Di halte sampah, terlebih dahulu karung dikosongkan lalu sampah dimasukkan ke dalam kantong besar di *pick up* pengumpul sementara karung ditinggal di halte sampah. Keuntungan metode ini adalah tidak perlu mengembalikan karung dan *pick up* pengumpul dapat langsung melanjutkan perjalanan.

2. Pengumpulan Primer

Pekerja pemilah berdiri di samping konveyor. Masing-masing dari mereka bertanggung jawab mengambil satu dari delapan jenis sampah. Saat sampah bergerak di atas konveyor, pekerja mengambil jenis sampah yang telah ditugaskan kepada mereka dan meletakkannya ke dalam wadah jaring berukuran 2 x 3 x 2,5 m seperti terlihat pada Gambar 2.9.

3. Pengukuran dan Pemindahan Material yang Telah Dipilah

Ketika wadah jaring penuh atau ketika semua sampah diproses, sampah yang telah dipilah di dalam wadah dipindahkan ke dalam kantong besar. Beratnya ditimbang dengan menggunakan timbangan gantung dan dicatat. Ini didefinisikan sebagai jumlah pemilahan. Setelah berat ditimbang, sampah ditransfer ke gudang dengan *pick up* yang telah menyelesaikan pekerjaan pengumpulannya. Penerapan dan tata cara pemilahan dapat berubah sewaktu-waktu tergantung dari permintaan pasar yang diajukan oleh para pengepul.

4. Pembuangan Residu

Residu dikumpulkan ke truk sampah di ujung konveyor dan ditransportasikan ke TPA Manggar.

5. Penyimpanan di Gudang

Sampah yang diterima oleh gudang, kemudian dikondisikan secara rapi dan diringkas.

6. Penghitungan

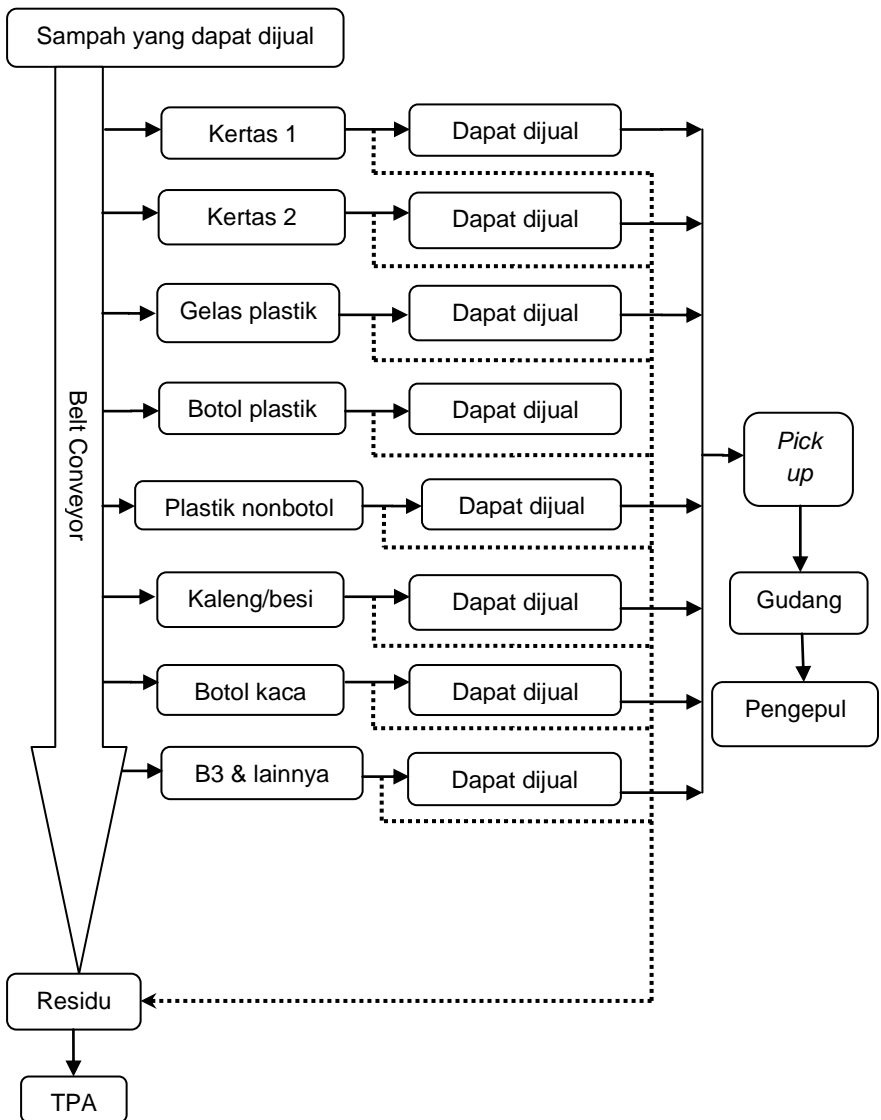
Angka pemilahan merupakan indikator efisiensi kerja di TPST dan menunjukkan besaran perbandingan sampah yang telah dipilah dengan sampah yang harus dipilah.

Untuk melakukan pengawasan terhadap operasional TPST dan untuk mengidentifikasi hal-hal yang perlu diperbaiki, data dikumpulkan dan disimpan secara sistematis. Jenis data yang dikelola dapat dilihat pada Tabel **2.7**.



Gambar 2. 8 Inlet TPST Gunung Bahagia

Adapun berat olahan sampah yang siap jual selama Februari hingga Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel **2.8**.



Gambar 2. 7 Alur Kerja TPST Gunung Bahagia



Gambar 2. 9 Wadah Jaring TPST Gunung Bahagia

Tabel 2. 7 Jenis Data yang Dikelola TPST Gunung Bahagia

Kategori	Jenis Data	Penggunaan Data	Pengumpulan Data
Manajemen sampah dan material	Berat dari tiap material yang dikumpulkan setiap hari di TPST.		<ul style="list-style-type: none"> Saat material di dalam kontainer dipindahkan ke dalam kantong besar, maka dilakukan penimbangan dan dicatat.
	Berat dari tiap material yang dikumpulkan setiap hari di gudang.	<ul style="list-style-type: none"> Untuk monitor pencapaian nilai pengurangan sampah. 	<ul style="list-style-type: none"> Material disimpan rapi dalam kantong besar, ditimbang oleh pekerja setiap hari.
	Tanggal penjualan dan berat material.	<ul style="list-style-type: none"> Untuk monitor pencapaian nilai pengurangan sampah. Untuk memeriksa pembayaran oleh pengepul. 	<ul style="list-style-type: none"> Mencatat tanggal saat penjualan material. Mencatat kantong besar yang mana, dengan berat berapa dan jenis sampah apa, sehingga memiliki data berat material.
	Nomor plat dari <i>armroll truck</i> yang mengangkut residu ke TPA.	<ul style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi data pembuangan akhir dari TPST dari daftar truk yang tercatat di UPTD TPA Manggar. 	<ul style="list-style-type: none"> Nomor plat dicatat saat truk tiba.

Lanjutan Tabel 2. 7 Jenis Data yang Dikelola TPST Gunung Bahagia

Kategori	Jenis Data	Penggunaan Data	Pengumpulan Data
Biaya	Biaya Sarana.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor dan memperbaiki laporan keuangan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dari laporan pembayaran di bagian keuangan.
	Biaya Pekerja.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor dan memperbaiki laporan keuangan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dari laporan pembayaran di bagian keuangan.
	Biaya langsung terhadap pemilahan (sarana, perawatan, pembelian alat-alat, alat-alat keamanan, dll).	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor dan memperbaiki laporan keuangan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dari laporan pembayaran di bagian keuangan.
	Biaya langsung terhadap administrasi (ATK dan pemakaian kantor, rapat, dll).	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor dan memperbaiki laporan keuangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Dari laporan pembayaran di bagian keuangan.
Pemasukan	Pembayaran pengepul.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor dan memperbaiki laporan keuangan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dari laporan keuangan di bank.

Sumber: Data TPST Gunung Bahagia (2016)

Tabel 2.8 Berat Hasil Olahan Sampah yang Siap Jual

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
Februari	Botol Plastik (Kotor)	135	624
	Kardus (Bersih)	318	

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
	Emberan (Kotor)	171	
Maret	Piring Telur	3.400	6.457
	Bohlam Lampu	100	
	Emberan (Kotor)	170	
	Emberan (Kotor)	299	
	Kardus (Bersih)	1.665	
	Botol Plastik (Kotor)	515	
	Botol Plastik (Bersih)	163	
	Botol Plastik Berwarna (Bersih)	8	
	Kerasan (Kotor)	64	
	Aluminium (Bersih)	67	
	Gelas Plastik (Bersih)	6	
April	Kertas Putih (HVS)	410	4.741
	Koran	72	
	Kertas Buram	100	
	Emberan (Bersih)	547	
	Botol Plastik (Bersih)	9	
	Botol Plastik (Kotor)	524	
	Gelas Plastik (Bersih)	56	
	Gelas Plastik (Kotor)	107	
	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	43	
	<i>Blowing</i>	54	
	Aluminium	2	
	Kardus (Bersih)	817	
	Tembaga (Bersih)	2	
	Tembaga (Kotor)	1	
	Kerasan	87	

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
	Kaleng	11	
	Jeriken	179	
	Aluminium (Bersih)	20	
	Piring Telur	1.700	
Mei	Kardus (Bersih)	579	4.484,5
	Dupleks	537	
	Kertas Putih (HVS)	698	
	Kertas Buram	146	
	Koran	160	
	Kertas Campuran	70	
	Majalah	48	
	Gelas Plastik (Kotor)	43	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	24	
	Emberan	820,5	
	<i>Blowing</i>	136	
	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	82	
	Botol Plastik (Kotor)	339	
	Tutup Botol (Berwarna campur)	23	
	Jeriken (Putih)	79	
	Besi (<i>porous</i>)	546	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	33	
	Botol Kaca (bekas kecap)	7	
	Botol Kaca (bekas bir)	71	
	Aluminium	28	
	Galon	15	
Juni	Kardus (Bersih)	1.567	7.963
	Dupleks	355	

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
	Kertas Putih (HVS)	615	
	Kertas Buram	48	
	Koran	98	
	Kertas Campuran	97	
	Majalah	41	
	Emberan	628	
	Kerasan	22	
	<i>Blowing</i>	184	
	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	27	
	Kaset DVD	10	
	Gelas Plastik (Bersih)	60	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	13	
	Botol Plastik (Bersih)	487	
	Galon	2	
	Tutup Botol (Berwarna campur)	49	
	Jeriken (Putih)	116	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	31	
	Besi (super)	29	
	Besi (<i>porous</i>)	84	
	Botol Kaca (bekas kecap)	131	
	Botol Kaca Kecil (bekas bir)	21	
	Botol Kaca (bekas bir)	115	
	Botol Kaca (<i>red wine</i>)	2	
	Aluminium	31	
	Piring Telur	3.100	
Juli	Kardus (Bersih)	1.760	5.447
	Dupleks	447	

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
	Kertas Putih (HVS)	660	
	Kertas Buram	137	
	Koran	82	
	Emberan	551	
	Kerasan	11	
	<i>Blowing</i>	148	
	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	13	
	Kaleng Soft Drink	19	
	Gelas Plastik (Bersih)	57	
	Botol Plastik (Bersih)	420	
	Botol Plastik (Kotor)	180	
	Jeriken (Putih)	91	
	Jeriken (Berwarna)	17	
	Kaleng	129	
	Besi (<i>porous</i>)	46	
	Besi (super)	80	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	126	
	Botol Kaca (bekas kecap)	200	
	Botol Kaca Kecil (bekas bir)	30	
	Botol Kaca (bekas bir)	89	
	Botol Kaca	20	
	Botol Kaca (Guinness)	9	
	Aluminium	18	
	Galon	6	
	Kaset DVD	11	
	Majalah	47	
	Kertas Campuran	43	
Agustus	Kardus (Bersih)	2.155,5	9.741,5

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
	Dupleks	721,5	
	Kertas Putih (HVS)	662,5	
	Kertas Buram	128	
	Koran	144,5	
	Emberan	376	
	Kerasan	186,5	
	<i>Blowing</i>	286	
	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	46	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	34	
	Gelas Plastik (Bersih)	59	
	Gelas Plastik (Kotor)	29	
	Botol Plastik (Bersih)	880,5	
	Botol Plastik (Kotor)	27,5	
	Tutup Botol (Berwarna campur)	72	
	Jeriken (Putih)	91	
	Jeriken (Berwarna)	6	
	Kaleng	220	
	Besi (<i>porous</i>)	226	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	75	
	Botol Kaca (bekas kecap)	356	
	Botol Kaca Kecil (bekas bir)	8	
	Botol Kaca (bekas bir)	117	
	Botol Kaca	55	
	Botol Kaca (Guinness)	21	
	Aluminium	36	
	Aluminium Super	10	
	Galon	12	
	Piring Telur	2.700	

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
September	Kardus (Bersih)	1.126	4.150
	Dupleks	482	
	Majalah	15	
	Kertas Putih (HVS)	316	
	Kertas Buram	27	
	Koran	72	
	Emberan	215	
	Kerasan	81	
	<i>Blowing</i>	220	
	Kaset DVD	15	
	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	43	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	34	
	Gelas Plastik (Bersih)	96	
	Botol Plastik (Bersih)	537	
	Botol Plastik (Kotor)	28	
	Tutup Botol (Biru)	23	
	Tutup Botol (Berwarna campur)	32	
	Jeriken (Putih)	73	
	Jeriken (Berwarna)	9	
	Kaleng	299	
	Besi (<i>porous</i>)	40	
	Besi (<i>super</i>)	44	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	31	
	Botol Kaca (bekas kecap)	100	
	Botol Kaca (bekas bir)	57	
	Botol Kaca	6	
	Botol Kaca (<i>red wine</i>)	12	
	Botol Kaca (Guinness)	100	

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
	Aluminium	11	
	Galon	6	
Oktober	Kardus (Bersih)	1.433	5.074
	Dupleks	565	
	Majalah	0	
	Kertas Putih (HVS)	374	
	Kertas Buram	9	
	Koran	127	
	Emberan	93	
	Kerasan	178	
	<i>Blowing</i>	321	
	Kaset DVD	12	
	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	48	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	44	
	Gelas Plastik (Bersih)	109	
	Botol Plastik (Bersih)	654	
	Botol Plastik (Kotor)	15	
	Tutup Botol (Biru)	30	
	Tutup Botol (Berwarna campur)	44	
	Jeriken (Putih)	61	
	Jeriken (Berwarna)	10	
	Kaleng	405	
	Besi (<i>porous</i>)	66	
	Besi (super)	38	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	31	
	Botol Kaca (bekas kecap)	139	
	Botol Kaca (bekas bir)	168	

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
	Botol Kaca	20	
	Botol Kaca (<i>red wine</i>)	35	
	Botol Kaca (Guinness)	22	
	Aluminium	18	
	Galon	5	
November	Kardus (Bersih)	1.574	5.664
	Dupleks	770	
	Majalah	18	
	Kertas Putih (HVS)	448	
	Kertas Buram	0	
	Koran	124	
	Emberan	233	
	Kerasan	215	
	<i>Blowing</i>	285	
	Kaset DVD	45	
	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	8	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	48	
	Gelas Plastik (Bersih)	33	
	Gelas Plastik (Bersih)	105	
	Botol Plastik (Bersih)	696	
	Botol Plastik (Kotor)	0	
	Tutup Botol (Biru)	20	
	Tutup Botol (Berwarna campur)	52	
	Jeriken (Putih)	112	
	Jeriken (Berwarna)	16	
	Kaleng	341	
	Besi (<i>porous</i>)	121	

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
	Besi (super)	59	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	34	
	Botol Kaca (bekas kecap)	160	
	Botol Kaca (bekas bir)	112	
	Botol Kaca	0	
	Botol Kaca (<i>red wine</i>)	0	
	Botol Kaca (Guinness)	3	
	Aluminium	32	
	Galon	0	
Desember	Kardus (Bersih)	1.800	5.907
	Dupleks	855	
	Majalah	0	
	Kertas Putih (HVS)	590	
	Kertas Buram	108	
	Koran	115	
	Emberan	244	
	Kerasan	219	
	<i>Blowing</i>	269	
	Kaset DVD	14	
	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	44	
	Kaleng <i>Soft Drink</i>	17	
	Gelas Plastik (Bersih)	81	
	Gelas Plastik (Bersih)	598	
	Botol Plastik (Bersih)	0	
	Botol Plastik (Kotor)	30	
	Tutup Botol (Biru)	29	
	Tutup Botol (Berwarna campur)	120	

Bulan (2016)	Jenis Sampah	Berat (kg)	Total Berat (kg)
	Jeriken (Putih)	32	
	Jeriken (Berwarna)	309	
	Kaleng	72	
	Besi (<i>porous</i>)	27	
	Besi (super)	20	
	Botol Kaca (bekas kecap)	210	
	Botol Kaca (bekas bir)	94	
	Botol Kaca	0	
	Botol Kaca (<i>red wine</i>)	0	
	Botol Kaca (Guinness)	0	
	Aluminium	10	
	Galon	0	

Sumber: Data TPST Gunung Bahagia (2017)

2.9 Perhitungan Analisis Finansial

Perhitungan analisis finansial dilakukan untuk menganalisis kelayakan suatu tempat pengolahan sampah. Menurut Gurning *et al.* (2013) dalam perhitungan analisis finansial ini dibutuhkan jumlah biaya investasi, antara lain besar biaya pemilahan sampah, hasil penjualan, dan lain-lain. Kriteria ekonomi yang digunakan dalam menghitung analisis finansial antara lain *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), rasio *cost-benefit*, dan lain-lain. Namun, karena dana yang diperoleh TPST Gunung Bahagia adalah tanpa adanya investasi awal sehingga yang dihitung hanya kelayakan finansial dari sisi *Net Present Value* (NPV).

Menurut Rachadian *et al.* (2013) *Net Present Value* (NPV) merupakan nilai sekarang dari seluruh aliran kas mulai sekarang sampai akhir proyek. Dapat dikatakan juga sebagai selisih antara *present value* dari suatu biaya investasi. Suatu proyek dikatakan layak bila $NPV \geq 0$. Kelebihan dari NPV adalah:

1. Memperhitungkan nilai uang karena faktor waktu sehingga lebih realistis terhadap perubahan harga.
2. Memperhitungkan arus kas selama usia ekonomis investasi.
3. Memperhitungkan adanya nilai sisa investasi.

Sedangkan kelemahan NPV adalah:

1. Lebih sulit dalam penggunaan perhitungan.
2. Derajat kelayakan selain dipengaruhi arus kas juga dipengaruhi oleh faktor usia ekonomis investasi.

Rumus perhitungan analisis finansial dengan menggunakan NPV dapat dilihat pada persamaan **2.2**.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

Bt = nilai pemasukan suatu proyek

Ct = nilai pengeluaran suatu proyek

t = lamanya investasi

n = umur perkiraan proyek (perkiraan TPST dapat beroperasi)

i = tingkat suku bunga (%) atau pajak yang dikeluarkan (*discount rate*)

2.10 Kelayakan Teknis dan Finansial Prasarana dan Sarana Persampahan (PSP)

Studi kelayakan sebagaimana dimaksud dalam Permen PU No. 3 Tahun 2013 diperlukan untuk kegiatan penyediaan prasarana dan sarana persampahan yang menggunakan teknologi pengolahan dan pemrosesan akhir berupa proses biologi, termal, atau teknologi lain dengan kapasitas lebih besar dari 100 ton/hari. Kelayakan teknis sebagaimana dimaksud antara lain memuat:

- a. Rencana teknik operasional.
- b. Kebutuhan lahan.
- c. Kebutuhan air dan energi.
- d. Kebutuhan prasarana dan sarana.
- e. Gambaran umum pengoperasian dan pemeliharaan.
- f. Masa layanan sistem.
- g. Kebutuhan sumber daya manusia.

Kelayakan teknis sebagaimana dimaksud didasarkan atas kajian:

- a. Timbulan, komposisi, dan karakteristik sampah.
- b. Teknologi dan sumber daya setempat.
- c. Keterjangkauan pengoperasian dan pemeliharaan.
- d. Kondisi fisik setempat.

Kelayakan ekonomi sebagaimana dimaksud diukur berdasarkan:

- a. Nisbah hasil biaya ekonomi (*Economic Benefit Cost Ratio (EBCR)*).
- b. Nilai ekonomi kini bersih (*Economic Net Present Value (ENPV)*).
- c. Laju pengembalian ekonomi internal (*Economic Internal Rate of Return (EIRR)*).

Kelayakan ekonomi sebagaimana dimaksud adalah memperhitungkan:

- a. Manfaat yang dapat diukur dengan nilai uang (*tangible*) berupa manfaat langsung dan manfaat tidak langsung.
- b. Manfaat yang tidak dapat diukur dengan nilai uang (*intangible*).

Manfaat langsung sebagaimana dimaksud antara lain:

- a. Pendapatan dari material yang dapat didaur ulang.
- b. Pemanfaatan kompos sebagai pupuk dan/atau pengganti tanah penutup TPA.
- c. Pemanfaatan gas bio sebagai sumber energi.
- d. Pendapatan dari pemanfaatan lahan bekas TPA untuk keperluan ruang terbuka hijau.

Manfaat tidak langsung sebagaimana dimaksud antara lain:

- a. Peningkatan nilai harga tanah dan bangunan.
- b. Pengurangan biaya pengolahan air baku air minum.

Manfaat yang tidak dapat diukur dengan nilai uang antara lain:

- a. Pengurangan tingkat pencemaran.
- b. Terjaganya kelestarian sumber daya air.
- c. Penurunan derajat konflik yang disebabkan oleh pencemaran persampahan.

Kelayakan ekonomi dilakukan dengan membandingkan manfaat yang diterima oleh masyarakat dengan biaya yang ditimbulkan, baik berupa biaya operasi, pemeliharaan, maupun biaya pengembalian modal. Kegiatan dinyatakan layak ekonomi

jika manfaat ekonomi lebih besar dari biaya yang ditimbulkan, baik berupa biaya operasi, pemeliharaan, maupun biaya pengembalian modal.

Kelayakan keuangan memperhitungkan antara lain:

- a. Tingkat inflasi.
- b. Angka waktu proyek.
- c. Biaya investasi.
- d. Biaya operasi dan pemeliharaan.
- e. Biaya umum dan administrasi.
- f. Biaya penyusutan.
- g. Tarif retribusi.
- h. Pendapatan retribusi.

Kelayakan keuangan dilakukan dengan membandingkan pendapatan dari tarif atau retribusi dengan biaya yang ditimbulkan, baik berupa biaya operasional maupun biaya pengembalian modal. Kegiatan dinyatakan layak keuangan jika pendapatan dari tarif atau retribusi lebih besar dari biaya yang ditimbulkan, baik berupa biaya operasi, pemeliharaan, maupun biaya pengembalian modal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian adalah cara untuk memahami objek penelitian. Metode penelitian dapat memberikan kemudahan kepada peneliti mengenai cara atau teknik memperoleh data, cara menentukan sampel, menganalisis data, serta akhirnya mengambil kesimpulan dan menulis laporan.

3.2 Deskripsi Penelitian

Permasalahan-permasalahan yang telah disebutkan di latar belakang memunculkan ide untuk mengkaji pengolahan sampah sebelum dibuang ke TPA setempat dengan membangun TPST Gunung Bahagia sehingga sampah yang masuk hanya merupakan hasil residu dari proses reduksi sampah di TPST. TPST Gunung Bahagia telah melakukan kegiatan dalam rangka mereduksi sampah sebelum dibuang ke TPA. Pengolahan sampah yang dilakukan sebatas sampah kering. Pengolahan sampah kering ini dilakukan dengan prinsip 3R. Kategori utama yang dikumpulkan di TPST ini adalah kertas, gelas plastik, botol plastik, plastik nonbotol, kaleng/besi, botol kaca, serta B3 dan lainnya. Sampah yang telah dipilah ini kemudian dijual ke pengepul. Residu sampah yang tidak dapat diolah kembali langsung diangkut ke TPA.

Sehubungan dengan bertambahnya wilayah pelayanan, maka kuantitas sampah yang masuk juga bertambah. Kajian ini memerlukan analisis mengenai data kuantitas dan komposisi sampah yang masuk ke TPST Gunung Bahagia. Kemudian, dilakukan analisis data mengenai hasil pengolahan sampah dari segi finansial. TPST ini berjalan sejak Februari 2016 sehingga belum ditemukan adanya penelitian ditinjau dari aspek teknis dan finansial, serta potensi pengembangan pelayanan TPST. Oleh karena itu, TPST Gunung Bahagia menarik untuk dikaji.

3.3 Tahapan Penelitian

Metode penelitian diperlukan untuk menentukan tahapan-tahapan dalam suatu penelitian dengan melihat sistematika yang ada sehingga dapat dilihat dengan jelas tahapan apa yang

memerlukan penekanan perhatian ataupun kendala-kendala yang mungkin terjadi selama penelitian sampai dengan penulisan. Kerangka penelitian yang dilakukan dituangkan dalam Gambar 3.1. Pada tahapan penelitian ini dibutuhkan beberapa data yang akan menunjang penelitian di TPST Gunung Bahagia. Data-data ini disesuaikan dengan tujuan penelitian yang akan diteliti.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil langsung dari lapangan, sebagai contoh adalah data hasil pengukuran komposisi sampah selama 8 hari berturut-turut. Data sekunder adalah data yang bersumber dari laporan atau literatur tertentu, sebagai contoh adalah data jumlah penduduk daerah pelayanan.

3.4 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mencari informasi-informasi yang diperlukan selama penelitian berlangsung. Hal ini diperlukan untuk memperlancar penelitian agar berhasil dengan baik. Studi literatur ini dapat diperoleh dari buku (*text book*, *chapter book*), SNI, jurnal, prosiding, seminar, laporan tugas akhir, tesis, disertasi, dan lain-lain yang terkait dengan studi ini. Studi literatur dilaksanakan sepanjang waktu selama pelaksanaan penelitian.

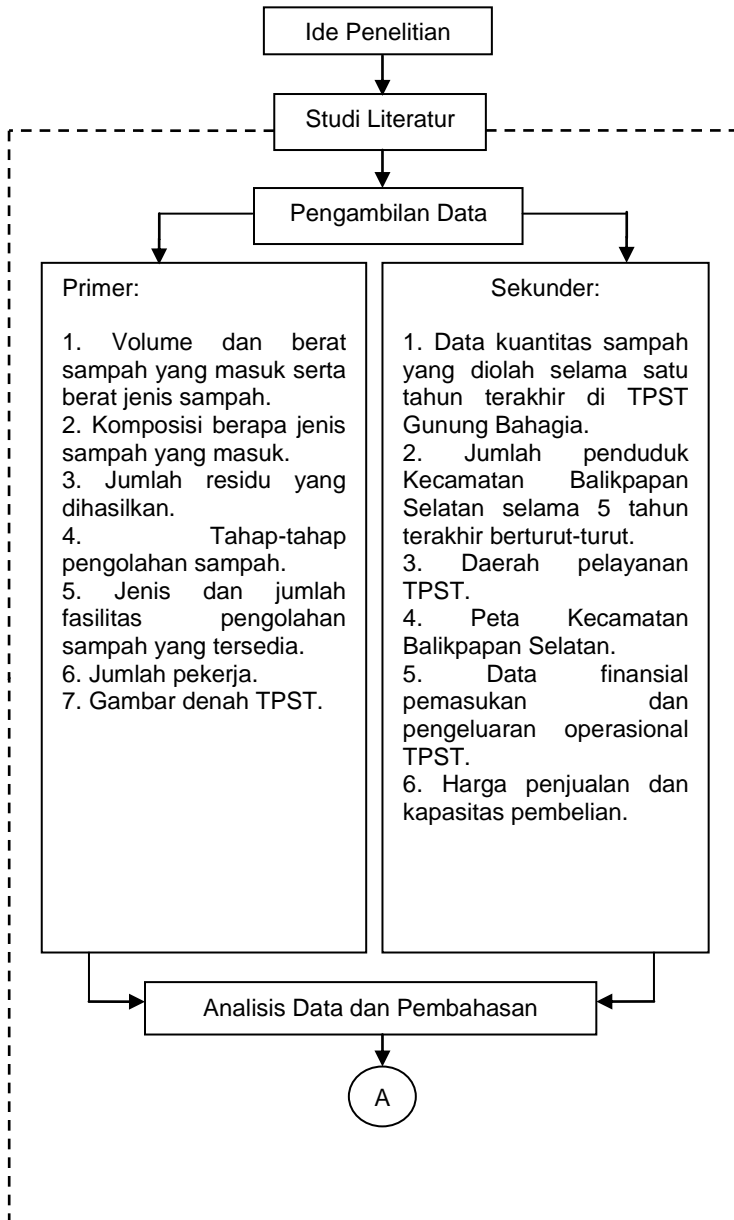
3.5 Pengambilan Data

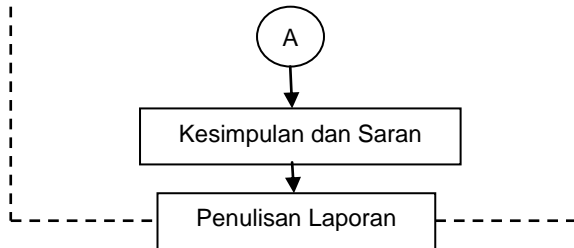
Pengumpulan data adalah prosedur sistematis untuk memperoleh data yang diperlukan. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data yang terkumpul digunakan untuk menganalisis permasalahan yang telah dirumuskan. Data dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu data primer dan data sekunder.

Data primer merupakan data yang berasal langsung dari TPST Gunung Bahagia. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Volume sampah yang diolah di TPST Gunung Bahagia.

Volume sampah ini dihitung berdasarkan metode *load-count analysis* dan *weight volume analysis*, dengan menghitung total volume sampah yang masuk ke TPST dan disesuaikan dengan volume bak kendaraan pengumpul.





Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

Pengambilan sampah berdasarkan volume dan berat sampah di kendaraan pengumpul serta frekuensi pengumpulan 8 hari berturut-turut dilakukan sesuai dengan acuan SNI 19-3964-1994 (Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan). Untuk perhitungan berat sampah di kendaraan pengumpul dilakukan penimbangan terlebih dahulu menggunakan bantuan jembatan timbang yang berlokasi di TPA Manggar dengan mengambil sampel 3 unit *pick up*. Kemudian didapatkan masing-masing berat *pick up* berisi sampah dan berat *pick up* kosong. Berat sampah didapatkan dari berat *pick up* berisi sampah dikurangi berat *pick up* kosong. Berat sampah rata-rata dari ketiga sampel *pick up* tersebut kemudian dikalikan dengan jumlah kendaraan yang masuk ke TPST. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berat total sampah (dalam satuan kg atau ton) yang masuk ke TPST Gunung Bahagia.

Penentuan volume (dalam satuan m³) sampah dihitung berdasarkan volume kendaraan pengumpul. Volume dapat dihitung menggunakan persamaan perhitungan volume (panjang x lebar x tinggi). Setelah mengetahui volume dan berat, maka dapat menghitung berat jenis atau densitas sampah (dalam satuan kg/m³) yang masuk dengan menggunakan persamaan perhitungan berat jenis sampah (Tchobanoglous *et al.*, 1993) seperti persamaan 2.1 pada subbab 2.4.

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \dots \dots \dots (2.1)$$

2. Komposisi sampah yang diolah di TPST Gunung Bahagia.

Selain menghitung volume sampah yang masuk selama 8 hari, juga dilakukan analisis komposisi untuk mengetahui persentase komponen sampah yang diolah setiap harinya di TPST Gunung Bahagia. Analisis komposisi sampah dilakukan bersamaan dengan pengukuran volume sampah. Komposisi sampah ditentukan dari 100 kg sampah per sampel yang masuk melalui kendaraan pengumpul dan telah diketahui berat atau berat jenisnya. Komposisi ini berdasarkan masing-masing komponen sampah yang ditimbang dan ditentukan persentase per komponennya dari berat total sampah yang masuk. Setelah dilakukan pemilahan, kemudian menghitung kuantitas komposisi sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994 (Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbunan dan Komposisi Sampah Perkotaan). Jumlah sampah yang dianalisis diambil menggunakan metode perempatan (Tchobanoglous *et al.*, 1993) untuk memperoleh sampel komposisi sampah sebanyak 100 kg. Metode perempatan dapat dilihat pada subbab **2.4**.

3. Jenis dan kuantitas hasil pemilahan yang dihasilkan TPST Gunung Bahagia.

Jenis dan kuantitas produk ini berdasarkan hasil komponen sampah yang telah diolah dengan prinsip 3R dan dijual kepada pengepul. Data jenis dan kuantitas produk ini digunakan untuk analisis finansial pada pembahasan dengan data dari hasil penjualan produk.

4. Jenis dan jumlah fasilitas pengolahan sampah.

Fasilitas ini terkait kendaraan pengumpul, kontainer wadah jaring, *conveyor belt*, dan lain-lain. Data jumlah fasilitas ini digunakan untuk analisis finansial dari TPST Gunung Bahagia.

5. Jumlah SDM dan organisasi TPST yang melakukan pengolahan sampah.

Jumlah SDM antara lain tenaga pilah, supir kendaraan pengumpul sampah, tenaga administrasi, dan lain-lain. Data tersebut berguna untuk analisis finansial dari TPST Gunung Bahagia.

6. Jumlah residu yang dihasilkan.

Jumlah residu berdasarkan analisis kesetimbangan bahan yang dihitung berdasarkan sampah yang masuk ke TPST.

Data sekunder berasal dari studi literatur, baik yang diperoleh dari internet, laporan tugas akhir, laporan tesis, dan lain-lain yang dianggap menunjang. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Data kuantitas sampah yang diolah selama satu tahun terakhir. Data ini berguna untuk mengetahui reduksi sampah dengan dilakukan pengolahan sampah di TPST Gunung Bahagia.
2. Jumlah penduduk dan daerah pelayanan TPST Gunung Bahagia. Data ini berguna untuk analisis aspek teknis dengan mengkaji proyeksi pengembangan pelayanan TPST Gunung Bahagia.
3. Peta Kecamatan Balikpapan Selatan. Data ini berguna untuk menyesuaikan letak kondisi eksisting TPST dengan daerah pelayanan dalam mengelola sampah di TPST Gunung Bahagia.
4. Data finansial pemasukan dan pengeluaran operasional TPST, serta data pengepul, harga penjualan, dan kapasitas pembelian. Data ini berguna untuk analisis finansial dari TPST Gunung Bahagia.

3.6 Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dilakukan melalui dua aspek, yaitu aspek teknis dan aspek finansial. Secara garis besar, bahasan yang dikembangkan dari masing-masing aspek, antara lain:

1) Aspek Teknis.

- Data volume dan komposisi sampah yang diolah oleh TPST Gunung Bahagia beserta produk dan residu yang dihasilkan. Data ini berguna untuk menghitung analisis kesetimbangan massa dari proses pengolahan sampah di TPST Gunung Bahagia. Analisis kesetimbangan massa digunakan untuk mengetahui besarnya sampah yang tereduksi di TPST Gunung Bahagia. Analisis ini mengacu pada hasil analisis komposisi sampah (100 kg) setelah dilakukan pemilahan untuk setiap komponen yang memiliki nilai jual/daur ulang dikurangi dengan residu. Untuk setiap komponen sampah akan dihitung nilai *recovery factor* (RF). Hasil RF ditentukan dari kriteria sampah yang memiliki nilai jual yang diketahui oleh pemulung/pekerja

pemilah di TPST Gunung Bahagia. Perhitungan RF menggunakan persamaan 3.1 berikut:

$$RF (\%) = \frac{\text{Berat sampah yang dimanfaatkan}}{\text{Berat sampah awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung persentase sampah yang dimanfaatkan di TPST Gunung Bahagia. Setelah mengetahui jumlah sampah yang diolah dan berapa persen RF yang dimiliki oleh setiap sampah yang diolah, selanjutnya menggambar diagram kesetimbangan massa. Diagram ini menggambarkan jumlah sampah yang diolah ataupun dijual, serta jumlah sampah yang dibuang ke TPA.

- Data tentang tahap-tahap penanganan sampah dari yang masuk, yang dipilah, yang dijual, dan yang dibuang ke TPA. Data ini akan digunakan dalam menentukan alur kerja dari kegiatan pengolahan sampah di TPST Gunung Bahagia.

- Data pekerja yang melakukan pengolahan sampah.

- Jenis dan jumlah fasilitas pengolahan sampah yang tersedia.

- Proyeksi penduduk. TPST Gunung Bahagia saat ini melayani dua kelurahan dan direncanakan akan menambah satu kelurahan di Kecamatan Balikpapan Selatan. Dua kelurahan tersebut adalah Kelurahan Gunung Bahagia dan Kelurahan Sepinggian Baru. Sementara satu kelurahan yang direncanakan adalah Kelurahan Sungai Nangka. Setelah mengetahui jumlah penduduk dari masing-masing daerah pelayanan, selanjutnya adalah menghitung proyeksi penduduk menggunakan satu dari ketiga metode proyeksi (aritmatik, geometrik, atau *least square*) yang memiliki nilai *r* mendekati 1. Selanjutnya dilakukan proyeksi timbulan sampah. Nilai timbulan yang didapatkan selanjutnya dijadikan acuan perhitungan timbulan pada tahun proyeksi (10 tahun).

2) Aspek Finansial.

Aspek finansial merupakan aspek yang dihitung dari faktor finansial produktivitas yang dilakukan oleh TPST Gunung Bahagia. Dibutuhkan beberapa data dalam perhitungan ini, antara lain jenis dan jumlah fasilitas, jumlah produktivitas, organisasi dan SDM pengolahan sampah, serta jenis produk

yang dihasilkan dan yang dijual ke pengepul. Data yang diperlukan dalam perhitungan adalah data pemasukan serta pengeluaran dalam pengelolaan TPST Gunung Bahagia. Metode perhitungan analisis finansial menggunakan metode *Net Present Value* (NPV) dapat dilihat pada persamaan **2.2** pada subbab **2.9**.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

B_t = nilai pemasukan suatu proyek

C_t = nilai pengeluaran suatu proyek

t = lamanya investasi

n = umur perkiraan proyek (perkiraan TPST dapat beroperasi)

i = tingkat suku bunga (%) atau pajak yang dikeluarkan (*discount rate*)

Data pemasukan yang dimaksud adalah:

- Hasil penjualan sampah yang bernilai jual, dan
- Biaya retribusi pelanggan TPST.

Data pengeluaran yang dimaksud adalah biaya operasional dan pemeliharaan meliputi:

- Biaya listrik.
- Gaji pegawai beserta insentif.
- Kebutuhan kantor.
- Kebutuhan BBM.
- Perbaikan dan perawatan mesin, dan lain-lain

Kedua aspek tersebut akan dibahas di laporan penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tulisan, perhitungan, gambar, dan tabel. Setelah melakukan analisis data dan pembahasan, kemudian menyusun laporan ilmiah dan diperoleh kesimpulan dan saran.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil kajian dan analisis, maka dapat ditarik suatu kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian. Kesimpulan disesuaikan dengan tujuan penelitian yang telah diuraikan pada Bab Pendahuluan.

3.8 Penulisan Laporan

Penulisan laporan dilakukan sepanjang waktu selama penelitian dilakukan. Hal ini penting dilakukan untuk mendokumentasikan semua informasi yang diperoleh selama pelaksanaan studi literatur dan pengambilan data primer-sekunder yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Aspek Teknis

4.1.1 Berat, Volume, dan Berat Jenis Sampah

Pada penelitian ini, untuk melakukan perhitungan timbulan sampah terlebih dahulu dilakukan pencatatan berat sampah dari kendaraan pengumpul yang masuk ke TPST. Pencatatan berat sampah dilakukan dengan bantuan jembatan timbang yang berada di TPA Manggar Kota Balikpapan dengan mengambil sampel 3 unit *pick up* TPST setiap harinya. Pencatatan dilakukan selama 8 hari kerja, dari tanggal 6 Maret hingga 14 Maret 2017.

Selanjutnya, pengukuran volume menggunakan alat meteran dengan menghitung panjang dan lebar kendaraan pengumpul, serta tinggi sampah. Dengan mengetahui panjang, lebar, dan tinggi maka dapat menghitung volume sampah di kendaraan pengumpul. Satuan volume yang digunakan adalah m^3 (meter kubik). Tabel 4.1 menunjukkan data berat dan volume sampah yang masuk.

Tabel 4.1 Hasil Pencatatan Berat dan Pengukuran Volume Sampah di TPST Gunung Bahagia

Hari	Tanggal	Jumlah Kendaraan (unit/hari)	Berat Sampah (kg/unit)	Berat Total (kg/hari)	Volume Sampah (m3/hari)
1	6 Maret 2017	11	400,00	4.400	36
2	7 Maret 2017	11	331,50	3.647	34
3	8 Maret 2017	10	349,00	3.490	34
4	9 Maret 2017	10	320,00	3.200	31
5	10 Maret 2017	11	409,00	4.499	35
6	11 Maret 2017	10	351,00	3.510	33
7	13 Maret 2017	11	418,00	4.598	37
8	14 Maret 2017	10	363,00	3.630	36
Rata-rata			367,69	3.871,69	35

Selama proses sampling di TPST Gunung Bahagia, terjadi penurunan dan peningkatan volume selama delapan hari. Peningkatan volume biasa terjadi pada hari Senin dan Jumat. Peningkatan volume pada hari Senin terjadi karena pada hari Minggu tidak ada aktivitas pengumpulan dari halte sampah maupun aktivitas di TPST sehingga kemungkinan warga menyimpan sampahnya selama dua hari di rumah. Sedangkan untuk hari Jumat dikarenakan pada Kamis malam warga rutin mengadakan tahlilan sehingga mengakibatkan peningkatan volume sampah.

Dengan mengetahui berat dan volume sampah maka dapat dihitung berat jenis (densitas) sampah yang masuk ke TPST Gunung Bahagia. Persamaan perhitungan berat jenis dapat dilihat pada persamaan 2.1 di subbab 2.4. Perhitungan berat jenis sampah sebagai berikut:

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}}$$

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{\text{Berat sampah rata-rata}}{\text{Volume sampah rata-rata}}$$

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{3.871,69 \text{ kg}}{35 \text{ m}^3} = 110,62 \text{ kg/m}^3$$

4.1.2 Analisis Komposisi Sampah

Selain menghitung volume sampah selama 8 hari, juga dilakukan analisis komposisi untuk mengetahui persentase komponen sampah yang masuk setiap harinya di TPST Gunung Bahagia. Analisis komposisi dilakukan bersamaan dengan pengukuran volume sampah. Komposisi ini diambil secara acak dari jumlah kendaraan pengumpul di TPST. Kuantitas sampah yang diambil sebagai sampel sebanyak 100 kg (lihat subbab 2.4 penjelasan metode perempatan). Tabel 4.2 menunjukkan rata-rata persentase komponen sampah yang dihitung selama 8 hari.

Setelah mengetahui berat sampah dari hari pertama hingga hari kedelapan, selanjutnya menentukan rata-rata berat sampah selama delapan hari tersebut. Misalkan untuk mengetahui berat kertas 1, perhitungannya adalah sebagai berikut:

Total berat kertas 1 = 134,28 kg (hasil penjumlahan kertas 1 hari ke-1 hingga hari ke-8)

Rata-rata berat = $\frac{134,28 \text{ kg}}{8 \text{ hari}} = 16,79 \text{ kg}$

Langkah selanjutnya adalah menghitung persentase sampah di TPST. Cara menghitung sampah dengan menggunakan persamaan berikut:

Persen (%) = $\frac{\text{Berat komposisi sampah (kg)}}{\text{Berat total sampah (kg)}} \times 100\%$

Misalkan untuk mengetahui persentase sampah kertas 1, diketahui beratnya adalah 16,79 kg dari berat total 102,10 kg. maka, menghitung persentasenya sebagai berikut:

Kertas 1 (%) = $\frac{16,79 \text{ kg}}{102,10 \text{ kg}} \times 100\% = 16,44\%$

Contoh perhitungan di atas berlaku untuk semua komponen sampah. Setelah mengetahui berat rata-rata sampah dan persentase yang diolah setiap hari, maka selanjutnya dapat menghitung nilai RF. Contoh perhitungan nilai RF dapat dilihat pada subbab 4.1.3.

Berdasarkan hasil analisis komposisi, rata-rata persentase komposisi yang mendominasi adalah jenis kertas 2, terdiri dari majalah, buku paket sekolah, kardus berwarna cokelat dan tebal, dan dupleks (karton warna, misalnya karton susu, undangan, kalender, kemasan rokok, bekas nasi kotak, dan bekas kotak *snack*) sebesar 28,89%. Komponen sampah kertas 2 paling banyak dihasilkan karena sampah kardus, karton seperti kotak susu, teh kotak, dan kemasan lainnya, serta majalah seringkali dikonsumsi oleh masyarakat area pemukiman. Sampah dengan persentase terkecil yaitu botol kaca dan gelas plastik sebesar 2,00% dan 2,32% berturut-turut.

4.1.3 Analisis *Mass Balance* dan Potensi Daur Ulang Sampah

Analisis *mass balance* digunakan untuk mengetahui besarnya sampah yang tereduksi di TPST Gunung Bahagia. Analisis ini mengacu pada hasil analisis komposisi sampah pada

subbab 4.1.2. Hasil RF ditentukan dari kriteria sampah yang memiliki nilai jual yang telah diketahui oleh pegawai TPST.

Berdasarkan kriteria yang diberikan oleh pekerja pemilah di TPST Gunung Bahagia, dari 8 komposisi sampah yang dipilah hanya B3 dan lainnya yang tidak memiliki nilai RF. Sampah B3 dan lainnya ini kemudian akan diangkut sebagai residu ke TPA Manggar. Sedangkan plastik nonbotol dan botol kaca memiliki nilai RF sebesar 100%. Perhitungan RF menggunakan persamaan 3.1 pada subbab 3.6.

$$RF (\%) = \frac{\text{Berat sampah yang termanfaatkan}}{\text{Berat sampah awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung persentase sampah yang termanfaatkan di TPST Gunung Bahagia. Salah satu contoh, misalnya diketahui berat kertas 1 yang dapat dimanfaatkan adalah 15,28 kg dari berat total kertas 1 yaitu 16,79 kg. Maka, nilai RF dapat ditentukan sebagai berikut:

$$RF \text{ kertas 1 } (\%) = \frac{15,28 \text{ kg}}{16,79 \text{ kg}} \times 100\% = 91\%$$

Hasil perhitungan RF dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Analisis *Recovery Factor* di TPST Gunung Bahagia

No.	Komposisi	Rata-rata berat per hari (kg)	Rata-rata termanfaatkan (kg)	RF (%)
1	Kertas 1	16,79	15,28	91%
2	Kertas 2	29,50	25,67	87%
3	Gelas plastik	2,37	2,13	90%
4	Botol plastik	16,17	15,20	94%
5	Plastik nonbotol	18,47	18,47	100%
6	Kaleng/besi	8,63	7,33	85%
7	Botol kaca	2,04	2,04	100%
8	B3 & lainnya	8,13	0	0%
Total		102,10	86,12	84%

Berdasarkan hasil analisis *recovery factor*, maka dapat diperoleh nilai RF yang paling tinggi adalah plastik nonbotol (tutup botol plastik) dan botol kaca. Dari keseluruhan berat sampel, kedua komponen ini semuanya dapat didaur ulang dan tidak ada yang menjadi residu. Komponen kertas 1 memiliki nilai RF sebesar 91% dan komponen kertas 2 sebesar 87%. Komponen kertas tidak dapat didaur ulang secara keseluruhan karena beberapa kertas rusak seperti basah terkena air atau sisa makanan yang menimbulkan bau tidak sedap. Nilai RF untuk gelas plastik dan botol plastik masing-masing adalah 90% dan 94%. Komponen gelas plastik dan botol plastik tidak dapat didaur ulang secara keseluruhan karena beberapa gelas dan botol plastik pecah. Nilai RF untuk kaleng adalah 85%. Kaleng tidak dapat didaur ulang secara keseluruhan karena beberapa kaleng pecah dan rusak. Nilai RF untuk B3 dan lainnya adalah 0%. Keseluruhan dari komponen ini, baik baterai maupun bola lampu, tidak dapat didaur ulang karena merupakan limbah yang berbahaya sehingga menjadi residu. Sampah B3 ini akan dibawa ke TPA bersamaan dengan sampah lain yang menjadi residu.

Hasil yang telah diperoleh menunjukkan bahwa komponen plastik nonbotol dan botol kaca tidak menghasilkan residu dan semuanya dapat didaur ulang menjadi bahan yang dapat dimanfaatkan kembali. Sedangkan komponen lainnya seperti kertas 1 dan kertas 2 memiliki residu masing-masing sebesar 1,51 kg dan 3,83 kg. Komponen gelas dan botol plastik memiliki residu sebesar 0,24 kg dan 0,97 kg. Komponen kaleng memiliki residu sebesar 1,30 kg dan komponen B3 dan lainnya memiliki residu sebesar 8,13 kg. Dari keseluruhan sampel yang telah diolah, maka dapat diperoleh berat *recovery* keseluruhan adalah 86,12 kg atau sekitar 84% dari total sampah keseluruhan yaitu 102,10 kg. Sedangkan berat total komponen sampah yang menjadi residu adalah sebesar 15,98 kg atau sekitar 16% dari total sampah keseluruhan.

Setelah mengetahui jumlah sampah yang diolah dan berapa persen RF yang dimiliki masing-masing komponen, maka selanjutnya dapat menggambar diagram *mass balance*. Diagram ini menggambarkan jumlah sampah yang diolah ataupun dijual, serta yang akan dibuang ke TPA. Gambar diagram *mass balance* dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Komposisi Sampah yang Dapat Dijual/Didaur Ulang

No.	Jenis Sampah	Berat Sampah (kg)								Berat Rata-rata per hari (kg)	Persentase (%)
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8		
1	Kertas 1*	22,75	21,50	6,70	24,35	17,80	16,24	6,90	18,04	16,79	16,44
2	Kertas 2**	32,50	27,30	28,70	27,50	37,84	24,80	26,86	30,48	29,50	28,89
3	Gelas plastik	1,55	1,80	2,40	1,68	5,80	1,81	2,45	1,50	2,37	2,32
4	Botol plastik	12,50	12,30	22,76	19,00	15,66	18,10	14,55	14,50	16,17	15,84
5	Plastik nonbotol	19,00	18,50	12,80	9,75	13,22	18,51	30,00	25,95	18,47	18,09
6	Kaleng/besi	6,50	7,80	13,85	7,50	4,13	9,83	13,55	5,90	8,63	8,46
7	Botol kaca	4,40	3,50	2,25	1,45	3,50	1,25	0,00	0,00	2,04	2,00
8	B3 & lainnya	5,70	7,10	12,30	10,65	6,75	11,31	5,60	5,61	8,13	7,96
Total Berat Sampah		104,90	99,80	101,76	101,88	104,70	101,85	99,91	101,98	102,10	100,00

Catatan: * Kertas 1: HVS, koran, kertas buram/warna

** Kertas 2: majalah, kardus, dupleks

Gambar 4.1 menunjukkan adanya residu di TPST Gunung Bahagia dengan jumlah 605,79 kg. Diketahui bahwa sampah yang masuk rata-rata per hari adalah 3.871,69 kg (3,87 ton). Total sampah yang dimanfaatkan dari berat awal 3.871,69 kg adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sampah masuk} &= 3.871,69 \text{ kg} \\
 \text{Sampah yang dimanfaatkan} &= 3.265,89 \text{ kg} \\
 \text{Residu} &= 605,79 \text{ kg} \\
 \text{Reduksi sampah di TPST} &= \frac{\text{Sampah termanfaatkan}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{3.265,89 \text{ kg}}{3.871,69 \text{ kg}} \times 100\% \\
 &= 84,35\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan persen reduksi di atas, dapat diketahui bahwa saat ini kehadiran TPST dapat mereduksi sampah di dua kelurahan di Balikpapan Selatan sebesar 84,35% per hari.

Dengan demikian, dapat diketahui besarnya residu yang dibuang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata berat sampah per hari} &= 3.871,69 \text{ kg} \\
 \text{Sampah sebagai residu} &= 605,79 \text{ kg} \\
 \text{Persentase residu sampah} &= \frac{605,79 \text{ kg}}{3.871,69 \text{ kg}} \times 100\% \\
 &= 15,65\%
 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui apakah jumlah kesetimbangan bahan sama, yang perlu diketahui bahwa penjumlahan persentase sampah yang dimanfaatkan dan residu harus sama dan 100%, sehingga dilakukan pengecekan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase sampah yang dijual} &= 84,35\% \\
 \text{Persentase sampah residu} &= 15,65\% \\
 \text{Total persentase} &= (84,35 + 15,65)\% = 100\%
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kesetimbangan bahan sesuai.

4.1.4 Tahap Pengolahan Sampah di TPST Gunung Bahagia

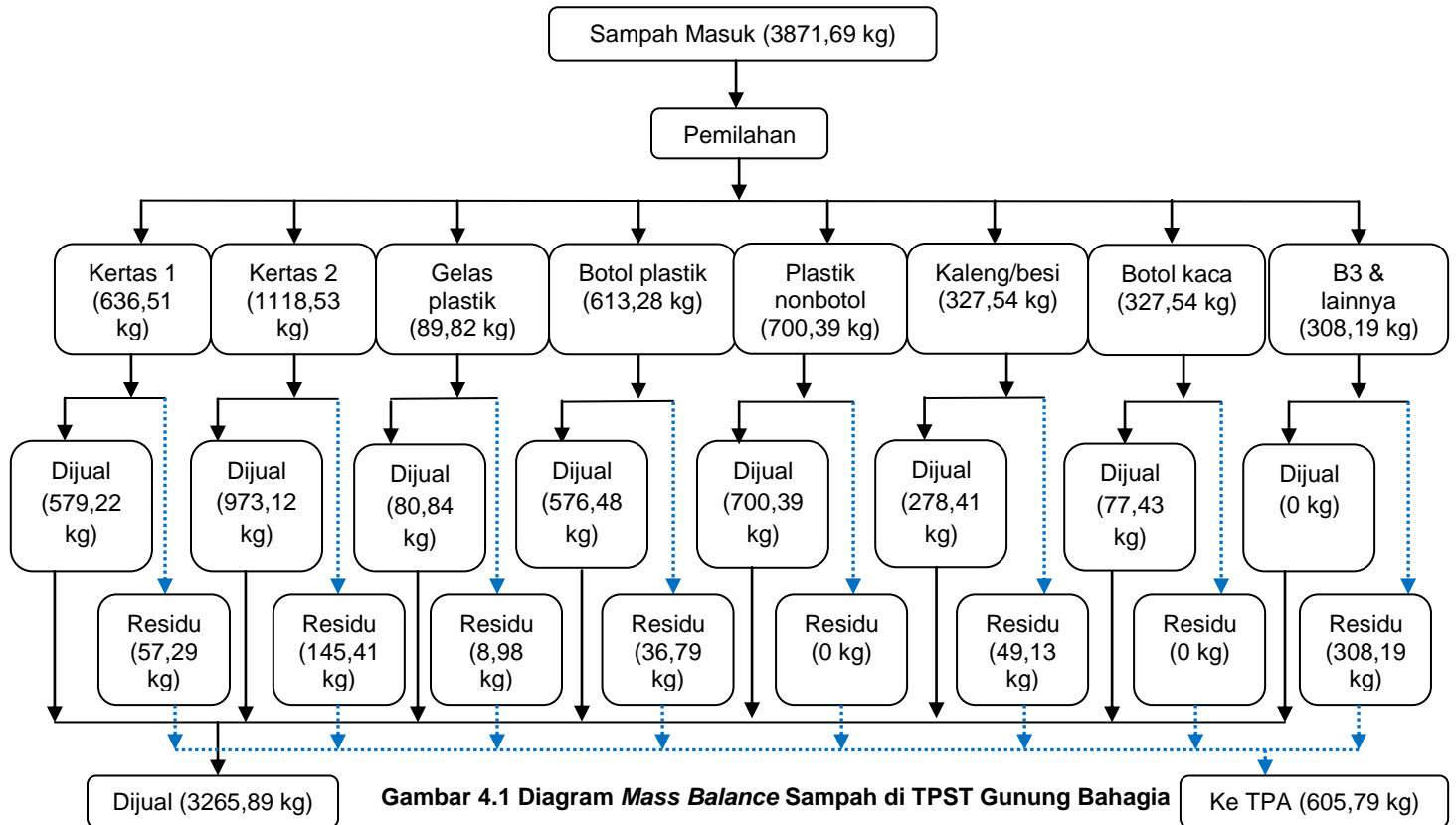
Sampah yang masuk akan diolah setiap harinya di TPST Gunung Bahagia. Sampah yang masuk setiap hari akan dipilah oleh para tenaga pemilah. Setelah sampah dari kendaraan

pengumpul masuk dan diletakkan ke area pemilahan, sampah tersebut langsung dipilah. Waktu pemilahan dilakukan mulai pukul 09.00-15.00 WITA. Pemilahan hanya dilakukan untuk sampah kering dan dikelompokkan menjadi 8 jenis sampah. Namun, ada beberapa jenis komponen sampah yang tidak memiliki proses pengolahan dan dikelompokkan menjadi residu. Residu ini langsung dimasukkan ke *armroll truck* yang terletak di ujung *conveyor* yang kemudian akan diangkut menuju TPA.

Sampah kering kemudian dijual ke pengepul. Sebelum dijual, sampah terlebih dahulu dibersihkan karena harga jual akan berbeda antara sampah yang masih kotor dengan yang sudah dibersihkan. Cara membersihkan sampah yaitu dengan pengelapan menggunakan kain yang kering. Setelah itu dilakukan pengemasan seperti pada Gambar 4.2. Proses jual beli dilakukan sebanyak sekali hingga dua kali dalam satu bulan. Sebelum dijual ke pengepul, terlebih dahulu ditimbang masing-masing jenis sampah dengan timbangan digital. Hasil olahan sampah ini kemudian diangkut menuju gudang penyimpanan menggunakan *pick up*.



Gambar 4.2 Hasil Pengemasan Sampah Kering



Gambar 4.1 Diagram *Mass Balance* Sampah di TPST Gunung Bahagia

4.1.5 Proyeksi Penduduk

TPST Gunung Bahagia saat ini telah melayani 2 kelurahan di Kecamatan Balikpapan Selatan, yaitu Kelurahan Gunung Bahagia dan Kelurahan Sepinggian Baru. Untuk melihat peta yang lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran **A** yang menunjukkan peta wilayah pelayanan eksisting.

Berdasarkan data dari Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Balikpapan (2017) penduduk di Kelurahan Sepinggian Baru selalu meningkat setiap tahunnya, sementara penduduk di Kelurahan Gunung Bahagia mengalami penurunan pada tahun 2014. Hal ini dikarenakan adanya pemekaran wilayah kelurahan Gunung Bahagia ke Kelurahan Sungai Nangka sehingga sebagian penduduknya masuk ke Kelurahan Sungai Nangka. Adapun jumlah penduduk dari masing-masing kelurahan yang telah dilayani dapat dilihat pada Tabel **4.4**.

Tabel 4.4 Jumlah Penduduk Pelayanan TPST

No.	Kelurahan	2012	2013	2014	2015	2016
1	Sepinggian Baru	21.505	21.545	25.977	28.683	30.834
2	Gunung Bahagia	20.341	23.744	22.662	23.122	23.717
Jumlah Penduduk		41.846	45.289	48.639	51.805	54.551

Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Balikpapan (2017)

Setelah mengetahui jumlah penduduk dari masing-masing daerah yang terlayani TPST, selanjutnya adalah menghitung proyeksi penduduk untuk 10 tahun. Proyeksi penduduk menggunakan metode *least square* pada nilai r mendekati 1. Hasil proyeksi penduduk dapat dilihat pada Tabel **4.5**. Untuk perhitungan proyeksi penduduk beserta metode yang digunakan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran **B**. Dalam proyeksi penduduk ada beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu:

1. Jumlah populasi penduduk dalam suatu area.

Bila perkembangan penduduk pada masa lampau tidak terdapat penurunan, maka proyeksi penduduk akan semakin teliti.

2. Kecepatan pertambahan penduduk.

Apabila angka kecepatan pertambahan penduduk pada masa lampau semakin besar, maka proyeksi penduduk akan berkurang ketelitiannya.

3. Kurun waktu proyeksi.

Semakin panjang kurun waktu proyeksi, maka proyeksi penduduk akan semakin berkurang ketelitiannya

Data penduduk masa lampau sangat penting untuk menentukan proyeksi penduduk pada masa yang akan datang. Jadi, pada dasarnya proyeksi penduduk pada masa yang akan datang sangat bergantung pada data penduduk saat sekarang ataupun masa lampau. Penting untuk diperhatikan bahwa pertumbuhan penduduk dua kelurahan yang dilayani TPST ini mencapai angka 5,49% (lihat Lampiran **B**) sehingga penulis mengasumsikan pertumbuhan penduduk yang terjadi adalah sebesar 2% untuk digunakan pada perhitungan dalam penelitian ini. Pertumbuhan penduduk bisa mencapai angka 5,49% dikarenakan adanya pemekaran wilayah kelurahan pada tahun 2012 sehingga kemungkinan ada ketidaksesuaian pada pencatatan jumlah penduduk di tahun tersebut dan tahun-tahun setelahnya. Selain itu, menurut Disdukcapil (2016) pertumbuhan alami penduduk Balikpapan kalah cepat dengan arus laju pendatang. Pada tahun 2016 tercatat 14.394 kelahiran atau pertumbuhan penduduk alami. Sepanjang tahun itu juga terjadi migrasi sebanyak 29.201 jiwa. Tercatat jumlah kematian adalah 3.699 jiwa di tahun yang sama.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Terlayani TPST Gunung Bahagia

Tahun	Gunung Bahagia (jiwa)	Sepinggan Baru (jiwa)	Total (jiwa)
2012	20.341	21.505	41.846
2013	23.744	21.545	45.289
2014	22.662	25.977	48.639
2015	23.122	28.683	51.805
2016	23.717	30.834	54.551
2017	24.191	31.451	55.642

Lanjutan Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Terlayani TPST Gunung Bahagia

Tahun	Gunung Bahagia (jiwa)	Sepinggan Baru (jiwa)	Total (jiwa)
2018	24.675	32.080	56.755
2019	25.169	32.721	57.890
2020	25.672	33.376	59.048
2021	26.185	34.043	60.229
2022	26.709	34.724	61.433
2023	27.243	35.419	62.662
2024	27.788	36.127	63.915
2025	28.344	36.849	65.193
2026	28.911	37.586	66.497
2027	29.489	38.338	67.827

Berdasarkan Data TPST Gunung Bahagia (2017) pada saat ini TPST telah melayani sekitar 7.561 KK dengan rata-rata jumlah penduduk per KK adalah 4 orang. Sehingga total jumlah penduduk saat ini adalah sebagai berikut:

Jumlah KK terlayani = 7.561 KK
 Jumlah penduduk/KK = 4 Jiwa/KK
 Total penduduk/KK = 7.561 KK x 4 jiwa
 = 30.244 jiwa
 Jumlah penduduk 2017 = 55.642 jiwa
 Penduduk terlayani 2017 = 30.244 jiwa
 Persentase dilayani = $\frac{30.244}{55.642} \times 100\%$
 = 54,35%

Kajian ini akan merencanakan target pelayanan sesuai dengan persentase pelayanan persampahan menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat untuk tahun 2019 yaitu sebesar 100% untuk akses sanitasi yang layak sehingga apabila diproyeksikan selama 10 tahun, maka besarnya kenaikan pelayanan per tahun adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Target pelayanan tahun 2027} &= 100\% \\
 \text{Pelayanan 2017} &= 54,35\% \\
 \text{Sisa pelayanan} &= 100\% - 54,35\% = 45,65\% \\
 \text{Pelayanan per tahun} &= \frac{45,65\%}{10 \text{ tahun}} \\
 \text{Target pelayanan per tahun} &= 4,6\% \text{ per tahun}
 \end{aligned}$$

Target pelayanan 4,6% per tahun ini dioptimalkan untuk mengelola sampah di Kelurahan Gunung Bahagia dan Kelurahan Sepinggan Baru. Hal ini dikarenakan pelayanan di 2 kelurahan tersebut masih kurang 45,65% dari target PU sehingga untuk tahun 2027 diupayakan sudah bisa melayani sebesar 100% dari total jumlah penduduk tahun 2027.

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa penduduk total dari 2 kelurahan tersebut adalah 67.827 jiwa. Maka, 100% pelayanan dari penduduk tersebut adalah 67.827 jiwa. Kemudian, agar sesuai target 100% akses sanitasi layak, maka diasumsikan peningkatan pelayanan penduduk adalah 4,6% seperti perhitungan sebelumnya. Perhitungan penduduk terlayani tersaji dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan Penduduk Terlayani

Tahun	Penduduk (jiwa)	Penduduk Dilayani (jiwa)
2012	41.846	TPST belum ada
2013	45.289	TPST belum ada
2014	48.639	TPST belum ada
2015	51.805	TPST belum ada
2016	54.551	Data belum tersedia
2017	55.642	30.244
2018	56.755	33.457
2019	57.890	36.789
2020	59.048	40.241
2021	60.229	43.816
2022	61.433	47.519
2023	62.662	51.351
2024	63.915	55.319

Lanjutan Tabel 4.6 Perhitungan Penduduk Terlayani

Tahun	Penduduk (jiwa)	Penduduk Dilayani (jiwa)
2025	65.193	59.424
2026	66.497	63.671
2027	67.827	67.827

Berdasarkan perhitungan, bahwa persen kenaikan sebesar 4,6% per tahun dari penduduk terlayani tahun 2017 mengakibatkan jumlah penduduk terlayani tahun 2027 adalah 67.827 jiwa atau 100% dari jumlah penduduk tahun 2027. Oleh karena itu, jumlah ini yang akan dijadikan acuan perhitungan timbulan sampah setelah tahun 2017.

4.1.6 Proyeksi Timbulan Sampah

Pada saat sampling telah diketahui bahwa sampah yang masuk adalah dengan volume 35 m³/hari yang terdiri dari sampah kering (bernilai jual/daur ulang) saja. Dengan acuan tersebut, maka perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah 2017} &= 35 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Jumlah penduduk 2017} &= 55.642 \text{ jiwa} \\
 \text{Penduduk terlayani 2017} &= 30.244 \text{ jiwa} \\
 \text{Timbulan rata-rata/orang} &= \frac{\text{Volume sampah}}{\text{Penduduk terlayani}} \\
 &= \frac{35 \text{ m}^3/\text{hari}}{30.244 \text{ jiwa}} \\
 &= 1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 1,2 \text{ L/orang/hari}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa timbulan sampah adalah 1,2 L/orang/hari. Nilai ini akan dijadikan acuan perhitungan timbulan pada tahun proyeksi. Nilai ini diasumsikan tetap karena pihak pemerintah telah menggalakkan upaya reduksi sampah melalui kader-kader lingkungan. Selain itu, telah ada pemahaman yang baik dari masyarakat, terlihat dari proses pemilahan yang sudah baik dan adanya usaha-usaha kerajinan tangan oleh masyarakat sekitar dari sampah-sampah yang masih bisa diolah. Di samping itu juga mempertimbangkan kapasitas maksimal penerimaan sampah oleh TPST sebesar 10 ton/hari. Berdasarkan Tabel 4.6 penduduk terlayani di dua kelurahan pada

tahun 2027 mencapai 67.827 jiwa sehingga proyeksi timbulan pada penduduk di tahun 2027 adalah sebagai berikut:

Jumlah penduduk tahun 2027 = 67.827 jiwa

Timbulan/orang tahun 2027 = 1,2 L/orang/hari

Timbulan/hari tahun 2027 = 67.827 jiwa x 1,2 L/orang/hari

= 81.392,4 L/hari

= 81,39 m³/hari

Tabel 4.7 menunjukkan data timbulan sampah dari penduduk yang akan dilayani dari tahun 2017 hingga 2027.

Tabel 4.7 Perhitungan Timbulan Sampah Wilayah Terlayani (m³/hari)

Tahun	Penduduk dilayani (jiwa)	Timbulan (L/org.hari)	Total timbulan (L/hari)	Timbulan Sampah (m ³ /hari)
	(a)	(b)	(a x b)	
2017	30.241	1,2	36.289,73	36,3
2018	33.457	1,2	40.148,39	40,1
2019	36.789	1,2	44.146,88	44,1
2020	40.241	1,2	48.289,26	48,3
2021	43.816	1,2	52.579,67	52,6
2022	47.519	1,2	57.022,38	57,0
2023	51.351	1,2	61.621,76	61,6
2024	55.319	1,2	66.382,32	66,4
2025	59.424	1,2	71.308,64	71,3
2026	63.671	1,2	76.405,47	76,4
2027	67.827	1,2	81.392,40	81,4
2028	69.184	1,2	83.020,63	83,0
2029	70.568	1,2	84.681,04	84,7
2030	71.979	1,2	86.374,66	86,4
2031	73.418	1,2	88.102,16	88,1
2032	74.887	1,2	89.864,20	89,9
2033	76.385	1,2	91.661,48	91,7
2034	77.912	1,2	93.494,71	93,5
2035	79.471	1,2	95.364,61	95,4

Selain menghitung timbulan dalam besaran volume, juga menghitung timbulan dalam satuan berat. Perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sampah 2017} &= 3.871,69 \text{ kg/hari} \\
 &= 3,9 \text{ ton/hari} \\
 \text{Jumlah penduduk 2017} &= 55.642 \text{ jiwa} \\
 \text{Penduduk terlayani 2017} &= 30.244 \text{ jiwa} \\
 \text{Timbulan rata-rata/orang} &= \frac{\text{Berat sampah}}{\text{Penduduk terlayani}} \\
 &= \frac{3.871,69 \text{ kg/hari}}{30.244 \text{ jiwa}} \\
 &= 0,13 \text{ kg/orang/hari} \\
 \text{Timbulan/hari tahun 2027} &= 67.827 \text{ jiwa} \times 0,13 \text{ kg/orang/hari} \\
 &= 8.817,51 \text{ kg/hari} \\
 &= 8,82 \text{ ton/hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 menunjukkan timbulan sampah pelayanan sesuai satuan berat.

Tabel 4.8 Perhitungan Timbulan Sampah Wilayah Terlayani (kg/hari)

Tahun	Penduduk dilayani (jiwa)	Timbulan (kg/org.hari)	Timbulan Sampah (kg/hari)
	(a)	(b)	(a x b)
2017	30.241	0,13	3.931,39
2018	33.457	0,13	4.349,41
2019	36.789	0,13	4.782,58
2020	40.241	0,13	5.231,34
2021	43.816	0,13	5.696,13
2022	47.519	0,13	6.177,42
2023	51.351	0,13	6.675,69
2024	55.319	0,13	7.191,42
2025	59.424	0,13	7.725,10
2026	63.671	0,13	8.277,26
2027	67.827	0,13	8.817,51

Lanjutan Tabel 4.8 Perhitungan Timbulan Sampah Wilayah Terlayani (kg/hari)

Tahun	Penduduk dilayani (jiwa)	Timbulan (kg/org.hari)	Timbulan Sampah (kg/hari)
	(a)	(b)	(a x b)
2028	69.184	0,13	8.993,90
2029	70.568	0,13	9.173,78
2030	71.979	0,13	9.357,26
2031	73.418	0,13	9.544,40
2032	74.887	0,13	9.735,29
2033	76.385	0,13	9.929,99
2034	77.912	0,13	10.128,59
2035	79.471	0,13	10.331,17

Akan selalu terjadi peningkatan volume sampah per tahun. Setelah tahun 2017, pada tahun 2018 akan ada peningkatan volume sebesar $\pm 4 \text{ m}^3$.

4.1.7 Pengembangan Pelayanan TPST Gunung Bahagia

Berdasarkan data TPST Gunung Bahagia (2016) bahwa kapasitas maksimal penerimaan sampah adalah sebesar 10 ton/hari. Setelah dilakukan perhitungan pada subbab 4.1.6, dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 bahwa pelayanan TPST dapat dimaksimalkan hingga tahun 2033 dengan jumlah sampah yang masuk sebesar 9.930 kg/hari atau setara $91,7 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Wilayah pelayanan eksisting saat ini mencakup dua kelurahan, yaitu Kelurahan Gunung Bahagia dan Kelurahan Sepinggan Baru dengan timbulan rata-rata sebesar 3,9 ton/hari. Dengan demikian, untuk memaksimalkan pelayanan TPST Gunung Bahagia dapat menambah cakupan wilayah pelayanan sesuai dengan rencana pengembangan, yaitu Kelurahan Sungai Nangka. Hal ini dikarenakan letaknya yang dekat dengan lokasi TPST sehingga dapat mengoptimalkan proses pengumpulan sampah.

Demi terselenggaranya pelayanan pengumpulan sampah yang optimal, maka TPST perlu menambah jumlah *pick up* untuk

mengumpulkan sampah dari halte sampah di wilayah pelayanan yang baru menuju TPST. Berikut hasil perhitungannya:

Timbulan sampah tahun 2033 = $91,7 \text{ m}^3/\text{hari}$

Kapasitas *pick up* Gran Max = $5,3 \text{ m}^3$

Jumlah ritasi per hari = 3 trip/hari

Jumlah *pick up* yang dibutuhkan = $91,7 \text{ m}^3/\text{hari} : (5,3 \text{ m}^3 \times 3 \text{ trip/hari})$
 $= 5,77 \text{ unit} \sim 6 \text{ unit}$

Kondisi eksisting, yaitu ada 4 unit *pick up* tersedia sehingga dibutuhkan tambahan sebanyak 2 unit *pick up* jika jumlah rit per hari dimaksimalkan.

Jumlah tenaga kerja tambahan = $2 \text{ unit} \times 3 \text{ orang}$
 $= 6 \text{ orang}$

*dengan asumsi bahwa 1 unit *pick up* akan dikendarai oleh 1 orang supir dibantu oleh 2 orang ABK dalam hal pengumpulan sampah.

Untuk perhitungan penambahan jumlah tenaga kerja pemilah sampah adalah sebagai berikut:

Volume sampah input tahun 2033 = $91,7 \text{ m}^3/\text{hari}$

Densitas sampah = $110,62 \text{ kg/m}^3$

Berat sampah = volume x densitas
 $= 91,7 \text{ m}^3/\text{hari} \times 110,62 \text{ kg/m}^3$
 $= 10.143,85 \text{ kg} = 10,14 \text{ ton}$

Kecepatan pemilahan = $0,4 \text{ ton/jam}$

Lama pemilahan = $10,14 \text{ ton} : 0,4 \text{ ton/jam}$
 $= 25 \text{ jam}$

Jam kerja = 7 jam/orang.hari

Jumlah pekerja = $25 \text{ jam} : 7 \text{ jam/orang.hari}$
 $= 3,6 \approx 4 \text{ orang}$

Dibutuhkan tenaga pilah sebanyak 4 orang per unit wadah jaring kontainer. Kondisi saat ini di TPST, yaitu 1 tenaga pilah untuk 1 wadah (per jenis komponen sampah yang dipilah). Total wadah eksisting sebanyak 8 buah yang disesuaikan jenis komponen sampah yang dipilah. Jadi, dibutuhkan total tambahan tenaga pilah sebanyak $3 \times 8 = 24 \text{ orang}$.

4.2 Analisis Aspek Finansial

Analisis finansial digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu investasi. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui berapa

keuntungan yang diperoleh oleh TPST Gunung Bahagia dalam mengolah sampah selama setahun terakhir. Menurut Yansen dan Arnatha (2012) analisis ini digunakan untuk memperoleh data yang optimum sebagai dasar kelayakan suatu proyek.

Metode yang digunakan untuk menghitung analisis finansial adalah metode NPV. Metode NPV dapat dilihat pada persamaan 2.2 di subbab 2.9. Untuk menghitung analisis finansial dengan menggunakan metode NPV, dibutuhkan data pemasukan dan pengeluaran TPST Gunung Bahagia. Biaya pemasukan meliputi biaya retribusi pelanggan dan penjualan hasil olahan sampah. Biaya pengeluaran meliputi biaya listrik, gaji karyawan, kebutuhan BBM untuk kendaraan, perbaikan dan perawatan mesin, ATK, dan lain-lain.

4.2.1 Biaya Pemasukan

Biaya pemasukan yang termasuk dalam kategori ini adalah biaya yang berasal dari pihak luar TPST. Salah satu biaya yang merupakan biaya pemasukan adalah biaya retribusi pelanggan. Retribusi pelanggan adalah iuran yang berasal dari warga (pelanggan TPST) yang bersedia sampahnya dikelola oleh TPST Gunung Bahagia. Tabel 4.9 menunjukkan data besarnya retribusi tiap rumah selama bulan Januari 2017.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Biaya Retribusi Pelanggan TPST Gunung Bahagia

No.	Kelurahan	RT	Jumlah Rumah (KK)	Besar Retribusi (Rp)	Jumlah Retribusi (Rp)
1	Gunung Bahagia	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	1.179	17.500	20.632.500
		15, 16, 17, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37	1.061	3.750	3.978.750
		37 (sebagian), 38, 39, 40, 51, 54	592	3.750	2.220.000
		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 41 (sebagian)	1.125	3.750	4.218.750

Lanjutan Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Biaya Retribusi Pelanggan TPST Gunung Bahagia

No.	Kelurahan	RT	Jumlah Rumah (KK)	Besar Retribusi (Rp)	Jumlah Retribusi (Rp)
		41, 42, 43, 52, 53	437	3.750	1.638.750
		44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 55, 56, 57	854	17.500	14.945.000
		Jumlah	5.248		47.633.750
2	Sepinggan Baru	21, 22, 23, 24	1.615	3.750	6.056.250
		51, 52, 53, 54	698	17.500	12.215.000
		Jumlah	2.313		18.271.250
		Total	7.561		65.905.000

Retribusi warga disesuaikan dengan Peraturan Daerah Kota Balikpapan Nomor 9 Tahun 2011 tentang Retribusi Jasa Umum, Lampiran II tentang Struktur dan Besarnya Tarif Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan. Besarnya retribusi untuk rumah tangga dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu golongan A (kecil), golongan B (menengah), dan golongan C (besar). Tarif retribusi untuk golongan A sebesar Rp2.500,00 per bulan. Tarif retribusi untuk golongan B sebesar Rp3.750,00 per bulan. Tarif retribusi untuk golongan C sebesar Rp17.500,00 per bulan. Penghasilan yang diperoleh per bulan adalah sekitar Rp65.905.000,00. Hasil dari retribusi ini masuk ke dalam kas daerah sebagai pendapatan asli daerah (PAD).

Selain dari retribusi pelanggan TPST, biaya pemasukan lainnya adalah hasil dari penjualan sampah ke pengepul. Terdapat 40 jenis sampah yang bernilai jual. Harga yang tertera merupakan kesepakatan antara pihak TPST dengan pengepul. Hasil penjualan dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Berdasarkan hasil analisis komposisi TPST Gunung Bahagia (lihat Tabel 4.2) dari 8 komposisi sampah kering yang dipilah, hasil pilahan sampah kering tersebut dipilah lagi menjadi jenis sampah yang bernilai jual.

Tabel 4.10 Data Hasil Sampah yang Bernilai Jual

No.	Jenis Sampah	Harga (Rp)/kg	Keterangan
1	Aluminium	9.000	
2	Aluminium Super	10.800	
3	Besi (<i>porous</i>)	500	
4	Besi (super)	1.500	
5	<i>Blowing</i>	2.100	
6	Bohlam Lampu	100	satuan
7	Botol Kaca	500	
8	Botol Kaca (bekas bir)	600	satuan
9	Botol Kaca (bekas kecap)	500	satuan
10	Botol Kaca (Guinness)	100	
11	Botol Kaca (<i>red wine</i>)	400	
12	Botol Kaca Kecil (bekas bir)	150	
13	Botol Plastik (Bersih)	1.900	
14	Botol Plastik (Kotor)	900	
15	Botol Plastik Berwarna (Bersih)	800	
16	Duplex	300	
17	Emberan (Bersih)	1.700	
18	Emberan (Kotor)	800	
19	Galon	2.500	satuan
20	Gelas Plastik (Bersih)	4.700	
21	Gelas Plastik (Kotor)	2.000	
22	Jeriken (Berwarna)	800	satuan
23	Jeriken (Putih)	1.000	satuan
24	Kaleng	300	
25	Kaleng <i>Soft Drink</i>	2.300	
26	Kardus (Bersih)	1.450	
27	Kaset DVD	2.000	

Lanjutan Tabel 4.10 Data Hasil Sampah yang Bernilai Jual

No.	Jenis Sampah	Harga (Rp)/kg	Keterangan
28	Kerasan (Bersih)	600	
29	Kerasan (Kotor)	300	
30	Kertas Buram	700	
31	Kertas Campuran	700	
32	Kertas Putih (HVS)	1.500	
33	Koran	1.400	
34	Majalah	700	
35	Piring Telur	200	
36	Tembaga (Bersih)	45.000	
37	Tembaga (Kotor)	40.000	
38	Tutup Botol (Berwarna campur)	1.600	
39	Tutup Botol (Biru)	2.600	
40	<i>Wrapping Oil (Plastic)</i>	800	

Sumber: TPST Gunung Bahagia (2017)

Hasil pilahan tersebut menjadi 40 jenis dengan rata-rata komposisi terbanyak adalah piring telur, kardus, botol plastik, emberan, dupleks, dan kertas. Dalam sebulan, rata-rata penjualan sebanyak satu hingga dua kali. Hal ini dikarenakan menunggu hasil olahan yang banyak sebelum diambil oleh pengepul. Berdasarkan data dari TPST, setiap kali penjualan memperoleh pendapatan berkisar antara Rp3.800.000,00 hingga Rp7.800.000,00. Hasil pendapatan ini digunakan untuk insentif petugas TPST.

Biaya hibah merupakan biaya yang diperoleh dari APBD dan diberikan kepada TPST Gunung Bahagia. Dana yang bersifat sukarela ini berasal dari Pemerintah Kota Balikpapan. Contoh yang merupakan hibah adalah bangunan TPST, mobil *pick up*, *conveyor belt*, kontainer, dan lain sebagainya.

4.2.2 Biaya Pengeluaran

Biaya pengeluaran merupakan biaya yang dikeluarkan oleh TPST dalam menunjang operasional. Biaya yang dimaksud adalah kebutuhan BBM kendaraan pengumpul, gaji pegawai, biaya listrik, kebutuhan kantor, perbaikan dan perawatan mesin, dan lain sebagainya.

Biaya BBM digunakan untuk membayar bahan bakar kendaraan *armroll truck* dan *pick up*. Menurut data dari TPST Gunung Bahagia, biaya yang dikeluarkan untuk membayar kebutuhan BBM mencapai Rp21.840.000,00 per bulan dengan rincian 4 unit *pick up* menghabiskan 15 L/hari/unit dengan harga pertalite Rp7.600,00/L sedangkan 1 unit *armroll truck* menghabiskan 40 L/hari dengan harga dexlite Rp6.800,00/L. Untuk biaya kebutuhan listrik berasal dari PLN. Biaya ini dikeluarkan untuk menunjang operasional TPST sehingga proses pengolahan sampah dapat berjalan dengan baik dan tanpa hambatan. Tidak terdapat biaya untuk tagihan air dikarenakan air yang digunakan untuk sarana kamar mandi menggunakan air sumur dalam (air tanah) yang berada di sekitar lahan TPST. Biaya perawatan digunakan untuk membayar perawatan *pick up*, *armroll truck*, serta fasilitas TPST lainnya. Biaya yang dikeluarkan mencapai Rp2.800.000,00/bulan

Besaran gaji untuk setiap pegawai akan disesuaikan dengan jabatan dan upah minimum regional. Data gaji yang telah disesuaikan dengan jabatan dapat dilihat pada Tabel 4.11 sementara gaji pegawai eksisting dapat dilihat pada Tabel 4.12. Pegawai TPST juga menerima insentif sebesar Rp300.000,00/orang per bulan dari hasil penjualan lapak.

Tabel 4.11 Gaji Pegawai TPST Per Bulan (dalam Rp)

No.	Nama	Gaji Kotor	Perhitungan BPJS		Gaji Bersih
			Kesehatan	Tenaga Kerja	
1	Supervisor	2.649.419	111.250	138.840	2.399.329
2	Administrasi	2.408.563	111.250	138.840	2.158.473
3	Administrasi	2.408.563	111.250	138.840	2.158.473
4	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616

Lanjutan Tabel 4.11 Gaji Pegawai TPST Per Bulan (dalam Rp)

No.	Nama	Gaji Kotor	Perhitungan BPJS		Gaji Bersih
			Kesehatan	Tenaga Kerja	
5	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
6	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
7	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
8	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
9	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
10	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
11	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
12	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
13	Tenaga Pilah	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
14	Supir	2.408.563	111.250	138.840	2.158.473
15	Supir	2.408.563	111.250	138.840	2.158.473
16	Supir	2.408.563	111.250	138.840	2.158.473
17	Supir	2.408.563	111.250	138.840	2.158.473
18	Pengumpul	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
19	Pengumpul	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
20	Pengumpul	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
21	Pengumpul	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
22	Pengumpul	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
23	Pengumpul	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
24	Pengumpul	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
25	Pengumpul	2.167.706	111.250	138.840	1.917.616
26	Mekanik	2.408.563	111.250	138.840	2.158.473
27	Security	2.288.134	111.250	138.840	2.038.044
28	Security	2.288.134	111.250	138.840	2.038.044

Lanjutan Tabel 4.11 Gaji Pegawai TPST Per Bulan (dalam Rp)

No.	Nama	Gaji Kotor	Perhitungan BPJS		Gaji Bersih
			Kesehatan	Tenaga Kerja	
29	Security	2.288.134	111.250	138.840	2.038.044
Jumlah		65.392.472	3.226.250	4.026.360	58.139.862

Tabel 4.12 Gaji Pegawai TPST Per Bulan (dalam Rp) Eksisting

No.	Nama	Gaji Kotor	Perhitungan BPJS		Gaji Bersih
			Kesehatan	Tenaga Kerja	
1	Supervisor	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
2	Administrasi	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
3	Administrasi	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
4	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
5	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
6	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
7	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
8	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
9	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
10	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
11	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
12	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
13	Tenaga Pilah	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
14	Supir	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
15	Supir	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
16	Supir	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
17	Supir	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
18	Pengumpul	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
19	Pengumpul	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910

Lanjutan Tabel 4.12 Gaji Pegawai TPST Per Bulan (dalam Rp) Eksisting

No.	Nama	Gaji Kotor	Perhitungan BPJS		Gaji Bersih
			Kesehatan	Tenaga Kerja	
20	Pengumpul	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
21	Pengumpul	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
22	Pengumpul	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
23	Pengumpul	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
24	Pengumpul	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
25	Pengumpul	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
26	Mekanik	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
27	Security	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
28	Security	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
29	Security	1.575.000	111.250	138.840	1.324.910
Jumlah		45.675.000	3.226.250	4.026.360	38.422.390

Sumber: TPST Gunung Bahagia (2016)

Untuk perhitungan gaji pegawai mulai tahun 2017 hingga tahun-tahun berikutnya menggunakan data pada Tabel 4.11 dan diasumsikan terkena inflasi sebesar 11,90% (suku bunga Bank Indonesia per Maret 2017). Hasil pemasukan dan pengeluaran bulan Desember tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Pemasukan dan Pengeluaran TPST Per Bulan

No.	Uraian	Jumlah (Rp)
Pemasukan		
1	Retribusi Pelanggan	65.905.000
2	Penjualan Lapak	7.580.400
Total Pemasukan		73.485.400
Pengeluaran		
1	Kebutuhan BBM	21.840.000

Lanjutan Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Pemasukan dan Pengeluaran TPST Per Bulan

No.	Uraian	Jumlah (Rp)
Pengeluaran		
2	Perawatan Mesin	2.800.000
3	Biaya Listrik	625.243
4	Kebutuhan Kantor	509.000
5	Gaji Pegawai TPST	38.422.390
6	Insentif Pegawai TPST	8.700.000
Total Pengeluaran		72.896.633

Data aliran kas tersebut merupakan data Desember 2016. Data ini akan menjadi acuan dalam perhitungan analisis finansial di subbab 4.2.3.

4.2.3 Hasil Perhitungan Analisis Finansial

Perhitungan analisis finansial dihitung menggunakan persamaan 2.2 pada subbab 2.9. Data yang diperoleh adalah data pemasukan dan pengeluaran selama setahun terakhir. Langkah awal dalam melakukan analisis ini adalah menghitung aliran kas (*cash flow*) TPST dari data pemasukan dan pengeluaran setahun terakhir (data tahun 2016). Data yang dimaksud adalah data pada Tabel 4.13. Setelah mengetahui pemasukan dan pengeluaran sesuai dengan data yang ada, kemudian dapat menghitung analisis finansial dengan menggunakan persamaan NPV.

Total hasil pemasukan dan pengeluaran per tahun akan dijadikan nilai dasar dalam menentukan aliran kas TPST Gunung Bahagia. Aliran kas ditentukan dari selisih antara pemasukan dan pengeluaran TPST dari tahun pertama TPST beroperasi hingga tahun ke-n TPST beroperasi, disesuaikan dengan data yang diperoleh. Karena data yang diperoleh hanya data tahun 2016, maka diasumsikan bahwa pengeluaran dan pemasukan dari awal TPST beroperasi hingga kini adalah sama, baik dari segi pemasukan dan pengeluaran.

Aliran kas diperoleh dari selisih antara pemasukan dan pengeluaran sehingga aliran kas pada Tabel **4.13** dapat dihitung sebagai berikut:

Pemasukan tahun 2016	= Rp73.485.400,00 x 12 bulan
	= Rp881.824.800,00
Pengeluaran tahun 2016	= Rp72.896.633,00 x 12 bulan
	= Rp874.759.596,00
Aliran kas tahun 2016	= Pemasukan – pengeluaran
	= Rp7.065.204,00

Dari perhitungan aliran kas diketahui bahwa kas bersih yang diterima adalah Rp7.065.204,00 dan dapat dikatakan TPST mengalami keuntungan walaupun tidak terlalu besar.

Setelah mengetahui aliran kas tahun 2016, selanjutnya menghitung NPV dari aliran kas tersebut guna mengetahui kelayakan operasional TPST yang telah berjalan setahun terakhir. Perhitungan NPV disesuaikan dengan persamaan **2.2** yang membutuhkan beberapa data, antara lain:

Nilai Bt = nilai pemasukan suatu proyek

Nilai Ct = nilai pengeluaran suatu proyek

Nilai n = umur suatu proyek

Nilai t = lamanya investasi

Nilai i = suku bunga atau pajak (*discount rate*)

Nilai-nilai ini merupakan nilai dalam persamaan **2.2** yang akan digunakan dalam menghitung NPV. Nilai Bt-Ct diperoleh dari selisih antara hasil pemasukan dan pengeluaran atau dengan kata lain aliran kas yang terjadi. Nilai n merupakan umur perkiraan TPST dapat beroperasi. Sesuai dengan perhitungan proyeksi selama 10 tahun, maka nilai n diasumsikan 10. Nilai t menunjukkan lamanya investasi atau tahun investasi yang telah berjalan hingga sekarang. Nilai i merupakan pajak yang dikeluarkan oleh TPST Gunung Bahagia. Berdasarkan data yang diperoleh, suku bunga pinjaman Bank Indonesia per Maret 2017 adalah sebesar 11,90% maka nilai i adalah 11,90%. Perhitungan NPV dari data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Bt = Rp881.824.800,00

Ct = Rp874.759.596,00

n = 10 tahun

t = 1 tahun

$$i = 11,90\%$$

Ditanya: NPV ...?

Perhitungan:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t}$$

$$NPV_{2016} = \sum_{t=1}^n \frac{Rp881.824.800,00 - Rp874.759.596,00}{(1+11,90\%)^1}$$

$$NPV_{2016} = Rp6.359.892,00$$

Berdasarkan perhitungan NPV di atas, didapatkan bahwa nilai NPV pada tahun 2016 adalah Rp6.359.892,00. Nilai yang dihitung ini berdasarkan data dari kondisi eksisting TPST pada tahun 2016. Nilai NPV pada perhitungan memperoleh hasil bahwa angka tersebut >0. *Net present value* (NPV) merupakan nilai sekarang dari seluruh aliran kas mulai sekarang sampai akhir proyek. Apabila nilai NPV ≥ 0, maka proyek tersebut dapat dikatakan layak dari segi kondisi eksisting.

Selanjutnya adalah menghitung NPV pada tahun 2017 hingga tahun 2027. Data yang diperoleh hanya aliran kas tahun 2016 sehingga untuk menghitung aliran kas per tahunnya akan disesuaikan dengan harga satuan per m³. Tabel **4.14** menunjukkan kenaikan volume sampah dari tahun 2016 hingga tahun 2027 yang mencapai 81,4 m³/hari.

Aliran kas pada Tabel **4.13** akan dibagi dengan volume sampah pada tahun 2016. Karena volume sampah adalah 24,3 m³/hari, maka aliran kas yang telah dibuat per tahun akan dibagi dengan 24,3 m³ untuk mendapatkan harga satuan dan kemudian dikalikan dengan 365. Data ini akan dijadikan acuan dalam aliran kas per tahun sehingga dapat diprediksikan kenaikan aliran kas per tahunnya. Aliran kas dapat dilihat pada Tabel **4.15**.

Tabel 4.14 Kenaikan Timbulan Sampah di TPST Per Tahun

Tahun	Total Laju Timbulan (m3/hari)	*RF 84,35%	Total Laju Timbulan (m3/tahun)	*RF 84,35%
2016	24,3	20,50	8.870	7.482
2017	36,3	30,62	13.250	11.176
2018	40,1	33,82	14.637	12.346

Lanjutan Tabel 4.14 Kenaikan Timbulan Sampah di TPST Per Tahun

Tahun	Total Laju Timbulan (m3/hari)	*RF	Total Laju Timbulan (m3/tahun)	*RF
		84,35%		84,35%
2019	44,1	37,20	16.097	13.577
2020	48,3	40,74	17.630	14.870
2021	52,6	44,37	19.199	16.194
2022	57,0	48,08	20.805	17.549
2023	61,6	51,96	22.484	18.965
2024	66,4	56,01	24.236	20.443
2025	71,3	60,14	26.025	21.952
2026	76,4	64,44	27.886	23.522
2027	81,4	68,66	29.711	25.061

Tabel 4.15 Aliran Kas TPST Per m³ Per Tahun

No.	Uraian	Jumlah (Rp)
Pemasukan		
1	Retribusi Pelanggan	989.931.070
2	Penjualan Lapak	113.861.975
Total Pemasukan		1.103.793.045
Pengeluaran		
1	Kebutuhan BBM	328.049.383
2	Perawatan Mesin	42.057.613
3	Biaya Listrik	9.391.510
4	Kebutuhan Kantor	7.645.473
5	Gaji Pegawai TPST	577.126.434
6	Insentif Pegawai TPST	130.679.012
Total Pengeluaran		1.094.949.426

Data pada Tabel **4.13** merupakan aliran kas awal TPST berdiri. Selanjutnya menghitung aliran kas tahun 2017 hingga 2027. Aliran kas per volume sampah (Tabel **4.15**) yang masuk ke

TPST akan dikalikan dengan jumlah volume sampah per tahun hingga tahun 2027 (Tabel 4.14). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan 4.17. Contoh cara menghitung data pemasukan dan pengeluaran sebagai berikut:

- 1) Retribusi Pelanggan tahun 2017
 $= \text{jumlah KK 2017} \times \text{tarif retribusi} \times 12$
 $= \text{Rp}1.836.186.660,00$
- 2) Penjualan Lapak tahun 2017
 $= \text{Penjualan Des 2016} : \text{timbulan sampah 2016} \times \text{timbulan sampah 2017 setelah RF} \times 365 : 30$
 $= \text{Rp}7.580.400,00 : 24,3 \text{ m}^3 \times 30,62 \text{ m}^3 \times 365 : 30$
 $= \text{Rp}116.211.517,00$
- 3) Kebutuhan BBM tahun 2017
 $= \text{Kebutuhan BBM Des 2016} : \text{timbulan sampah 2016} \times \text{timbulan sampah 2017 sebelum RF} \times 12$
 $= \text{Rp}21.840.000,00 : 24,3 \text{ m}^3 \times 36,3 \text{ m}^3 \times 12$
 $= \text{Rp}391.502.222,00$
- 4) Perawatan Mesin tahun 2017
 $= \text{Perawatan mesin Des 2016} : \text{timbulan sampah 2016} \times \text{timbulan sampah 2017 sebelum RF} \times 12$
 $= \text{Rp}2.800.000,00 : 24,3 \text{ m}^3 \times 36,3 \text{ m}^3 \times 12$
 $= \text{Rp}50.192.593,00$
- 5) Biaya Listrik tahun 2017
 $= \text{Biaya listrik Des 2016} : \text{timbulan sampah 2016} \times \text{timbulan sampah 2017 sebelum RF} \times 12$
 $= \text{Rp}625.243,00 : 24,3 \text{ m}^3 \times 36,3 \text{ m}^3 \times 12$
 $= \text{Rp}11.208.060,00$
- 6) Kebutuhan Kantor tahun 2017
 $= \text{Kebutuhan kantor Des 2016} : \text{timbulan sampah 2016} \times \text{timbulan sampah 2017 sebelum RF} \times 12$
 $= \text{Rp}509.000,00 : 24,3 \text{ m}^3 \times 36,3 \text{ m}^3 \times 12$
 $= \text{Rp}7.696.344,00$
- 7) Gaji Pegawai TPST tahun 2017
 $= \text{total gaji bersih pegawai di Tabel 4.11} \times 12$
 $= \text{Rp}58.139.862,00 \times 12$
 $= \text{Rp}697.678.344,00$

8) Insentif Pegawai TPST

$$\begin{aligned} &= \text{Insentif Des 2016 : timbulan sampah 2016 x timbulan} \\ &\quad \text{sampah 2017 sebelum RF x 12} \\ &= \text{Rp}8.700.000,00 : 24,3 \text{ m}^3 \times 36,3 \text{ m}^3 \times 12 \\ &= \text{Rp}155.955.556,00 \end{aligned}$$

Aliran kas TPST dapat dilihat pada Tabel **4.16** dan **4.17**. Terjadi defisit antara pemasukan dan pengeluaran mulai tahun 2023 hingga tahun 2027. Dengan demikian, penulis menawarkan adanya kenaikan tarif retribusi setiap tiga tahun sekali agar tidak terjadi defisit selama 10 tahun ke depan. Kenaikan tarif direncanakan sebesar 15% dari tarif awal pada tahun 2019, sebesar 30% pada tahun 2023, dan terakhir sebesar 42% pada tahun 2027. Nilai yang didapat setelah melakukan perhitungan adalah pada tahun 2019 tarif menjadi Rp4.300,00/bulan untuk golongan B dan Rp20.100,00/bulan untuk golongan C. Pada tahun 2023, tarif menjadi Rp4.800,00/bulan untuk golongan B dan Rp22.700,00/bulan untuk golongan C. Di tahun akhir proyeksi yaitu 2027, tarif menjadi Rp5.300,00/bulan untuk golongan B dan Rp24.800,00/bulan untuk golongan C. Hasil perhitungan selengkapny dapat dilihat pada Tabel **4.21**. Setelah mengetahui aliran kas dari tahun 2017 hingga tahun 2027, langkah selanjutnya adalah menghitung NPV setiap tahunnya. Perhitungan NPV per tahun telah dijelaskan pada awal subbab **4.2.3**. Sebelum menentukan status kelayakan, diperlukan nilai NPV per tahun yang akan disajikan pada Tabel **4.18** dan Tabel **4.19**.

Setelah mengetahui aliran kas dan nilai NPV per tahun, selanjutnya menghitung NPV total tiap tahun kemudian dibandingkan dengan modal awal. Tahun 2017 hingga tahun 2027 dapat dikatakan TPST mendapat keuntungan dengan total NPV sebesar Rp864.877.057,00. Berdasarkan analisis, apabila TPST ternyata menguntungkan dengan adanya pengembalian modal awal, maka TPST dikatakan layak. Apabila sebaliknya, maka dikatakan tidak layak. Hasil penentuan kelayakan dapat dilihat pada Tabel **4.20**.

Tabel 4.16 Aliran Kas TPST Tahun 2017 hingga Tahun 2021

No.	Uraian	Aliran Kas 2017 (Rp)	Aliran Kas 2018 (Rp)	Aliran Kas 2019 (Rp)	Aliran Kas 2020 (Rp)	Aliran Kas 2021 (Rp)
Pemasukan						
1	Retribusi Pelanggan	1.836.186.660	1.872.910.393	1.910.368.601	1.948.575.973	1.987.547.493
2	Penjualan Lapak	116.211.517	128.376.910	141.182.587	154.628.548	168.394.650
Total Pemasukan		1.952.398.177	2.001.287.303	2.051.551.188	2.103.204.521	2.155.942.143
Pengeluaran						
1	Kebutuhan BBM	391.502.222	432.485.926	475.626.667	520.924.444	567.300.741
2	Perawatan Mesin	50.192.593	55.446.914	60.977.778	66.785.185	72.730.864
3	Biaya Listrik	11.208.060	12.381.355	13.616.403	14.913.203	16.240.880
4	Kebutuhan Kantor	7.696.344	8.502.022	9.350.104	10.240.590	11.152.278
5	Gaji Pegawai TPST	697.678.344	775.050.872	861.004.014	956.489.359	1.062.564.029
6	Insentif Pegawai TPST	155.955.556	172.281.481	189.466.667	207.511.111	225.985.185
Total Pengeluaran		1.314.233.118	1.456.148.570	1.610.041.632	1.776.863.893	1.955.973.977

Tabel 4.17 Aliran Kas TPST Tahun 2022 hingga Tahun 2027

No.	Uraian	Aliran Kas 2022 (Rp)	Aliran Kas 2023 (Rp)	Aliran Kas 2024 (Rp)	Aliran Kas 2025 (Rp)	Aliran Kas 2026 (Rp)	Aliran Kas 2027 (Rp)
Pemasukan							
1	Retribusi Pelanggan	2.027.298.442	2.067.844.411	2.109.201.299	2.151.385.325	2.194.413.032	2.238.301.293
2	Penjualan Lapak	182.480.895	197.207.423	212.574.235	228.261.189	244.588.427	260.595.523
Total Pemasukan		2.209.779.337	2.265.051.834	2.321.775.535	2.379.646.515	2.439.001.459	2.498.896.816
Pengeluaran							
1	Kebutuhan BBM	614.755.556	664.367.407	716.136.296	768.983.704	823.988.148	877.914.074
2	Perawatan Mesin	78.814.815	85.175.309	91.812.346	98.587.654	105.639.506	112.553.086
3	Biaya Listrik	17.599.433	19.019.738	20.501.795	22.014.729	23.589.415	25.133.225
4	Kebutuhan Kantor	12.085.168	13.060.462	14.078.161	15.117.061	16.198.366	17.258.468
5	Gaji Pegawai TPST	1.180.402.380	1.311.309.004	1.456.733.173	1.618.284.881	1.797.752.675	1.997.123.446
6	Insentif Pegawai TPST	244.888.889	264.651.852	285.274.074	306.325.926	328.237.037	349.718.519
Total Pengeluaran		2.148.546.240	2.357.583.772	2.584.535.845	2.829.313.955	3.095.405.147	3.379.700.818

Tabel 4.18 Perhitungan NPV Tahun 2017 Hingga Tahun 2021

Tahun	2017	2018	2019	2020	2021
Pemasukan (Rp)	1.952.398.177	2.001.287.303	2.051.551.188	2.103.204.521	2.155.942.143
Pengeluaran (Rp)	1.314.233.118	1.456.148.570	1.610.041.632	1.776.863.893	1.955.973.977
Aliran Kas (Rp)	638.165.059	545.138.733	441.509.556	326.340.627	199.968.166
Dicount Rate	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%
NPV (Rp)	574.457.700	441.730.215	322.043.996	214.274.888	118.191.441

Tabel 4.19 Perhitungan NPV Tahun 2022 Hingga Tahun 2027

Tahun	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Pemasukan (Rp)	2.209.779.337	2.265.051.834	2.321.775.535	2.379.646.515	2.439.001.459	2.498.896.816
Pengeluaran (Rp)	2.148.546.240	2.357.583.772	2.584.535.845	2.829.313.955	3.095.405.147	3.379.700.818
Aliran Kas (Rp)	61.233.097	-92.531.938	-262.760.310	-449.667.441	-656.403.687	-880.804.002
Dicount Rate	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%
NPV (Rp)	32.578.901	-44.316.646	-113.281.771	-174.508.563	-229.309.129	-276.983.976

Tabel 4.20 Penentuan Status Kelayakan TPST

Total NPV	864.877.057
Modal Awal	400.000.000
Status	Untung
Status Kelayakan	Layak

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai $NPV > 0$. Dengan demikian, kegiatan TPST dipandang layak.

Tabel 4.21 Perhitungan NPV Tahun 2023 hingga Tahun 2027 dengan Kenaikan Tarif Retribusi

Tahun	2023	2024	2025	2026	2027
Pemasukan (Rp)	3.129.786.770	3.203.805.169	3.279.316.742	3.356.665.091	3.434.913.720
Pengeluaran (Rp)	2.357.583.772	2.584.535.845	2.829.313.955	3.095.405.147	3.379.700.818
Aliran Kas (Rp)	772.202.998	619.269.325	450.002.786	261.259.944	55.212.902
Dicount Rate	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%
NPV (Rp)	369.833.899	266.980.679	174.638.705	91.268.973	17.362.647

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Volume sampah yang diolah setiap hari di TPST Gunung Bahagia adalah 35 m³/hari dengan berat sampah sebesar 3,9 ton/hari. Komposisi sampah antara lain kertas 1 (HVS, koran, kertas buram/warna) 16,44%; kertas 2 (majalah, kardus, dupleks) 28,89%; gelas plastik 2,32%; botol plastik 15,84%; plastik nonbotol 18,09%; kaleng/besi 8,46%; botol kaca 2%; dan B3 & lainnya 7,96%.
2. Sampah kering yang masuk ke TPST Gunung Bahagia sebesar 3.871,69 kg/hari. Pengolahan sampah menghasilkan produk bernilai jual kertas 1 sebesar 579,22 kg/hari dan residu sebesar 57,29 kg/hari; kertas 2 dijual sebesar 973,12 kg/hari dan residu sebesar 145,41 kg/hari; gelas plastik dijual sebesar 80,84 kg/hari dan residu sebesar 8,98 kg/hari; botol plastik dijual sebesar 576,48 kg/hari dan residu 36,79 kg/hari; plastik nonbotol dijual sebesar 700,39 kg/hari dan residu sebesar 0 kg/hari; kaleng/besi dijual sebesar 278,41 kg/hari dan residu sebesar 49,13 kg/hari; botol kaca dijual sebesar 77,43 kg/hari dan residu sebesar 0 kg. Dari total sampah masuk sebesar 3.871,69 kg/hari, total penjualan produk sebesar 3.265,89 kg/hari dan total residu ke TPA sebesar 605,79 kg/hari sehingga kesetimbangan massa sesuai.
3. Hasil analisis finansial menunjukkan bahwa pada volume sampah sebesar 35 m³/hari pada tahun 2017 dan proyeksi 10 tahun sebesar 81,4 m³/hari di tahun 2027 menunjukkan nilai NPV>0. Dengan demikian, kegiatan TPST dipandang layak.
4. Pelayanan TPST Gunung Bahagia dapat dikembangkan hingga tahun 2033 dengan kapasitas penerimaan 9,9 ton/hari atau setara 91,7 m³/hari.

5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait analisis teknis dan finansial jika mesin pres sampah sudah bisa beroperasi.

2. Perlunya penelitian mengenai kondisi efektivitas pengumpulan sampah dari sumber sampah ke TPST sehingga dapat diketahui jumlah ritasi per hari apabila ditambah wilayah pelayanan TPST hingga kapasitas 91,7 m³/hari di tahun 2033.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustia, P. Y., Herumurti, W., dan Warmadewanthi, IDAA. 2014. **Reduksi Sampah Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya**. Surabaya: Prosiding Seminar Nasional Waste Management II “Tren Terkini dalam Pengelolaan Sampah Kota dan Limbah B3”.
- Ayuningtyas, T. 2010. **Kajian Sistem Pengelolaan Sampah di Kecamatan Bubutan, Kota Surabaya**. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Badan Pusat Statistik. 2015. **Balikpapan Selatan dalam Angka 2015**. BPS Kota Balikpapan.
- Badan Pusat Statistik. 2016. **Balikpapan Selatan dalam Angka 2016**. BPS Kota Balikpapan.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1994. **SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan**.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2002. **SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan**.
- Darmasetiawan, M. 2004. **Sampah dan Sistem Pengelolaannya**. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- Dinas Kebersihan, Pertamanan, dan Pemakaman Kota Balikpapan. 2015. **Laporan Pengelolaan Sampah Kota Balikpapan**.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. 2012. **Materi Bidang Sampah I**. Jakarta: Direktur PLP.
- Dubanowitz, A. J. 2000. **Design of A Materials Recovery Facility for Processing The Recyclable Materials of New York City’s Municipal Solid Waste**. New York: Department of Earth and Environmental Engineering, Columbia University.
- Fernando, A. 2011. **Analisis Kelayakan TPA Regional untuk Wilayah Pelayanan Jakarta Barat, Tangerang Ditinjau dari Pemilihan Teknologi Pengolahan Sampah, Pembiayaan, dan Institusi**. Yogyakarta: Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan Universitas Islam Indonesia, 3, (1), 52-65.
- Francheti, M. J. 2009. **Case Study: Determination of The Economic and Operational Feasibility of A Material**

- Recovery Facility for Municipal Recycling in Lucas County, Ohio, USA.** Ohio: Journal of Resources, Conservation, and Recycling, 53, 535-543.
- Gurning, H. N., Tarigan, M. A. P., dan Nasution, P. Z. 2013. **Studi Pengelolaan Sampah Pasar Kota Medan (Studi Kasus: Pasar Sore Padang Bulan).** Medan: Laporan Penelitian Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Hardianto dan Sedia, S. N. 2012. **Potensi Reduksi dan Potensi Ekonomi Sampah Kering (Studi Kasus: Kecamatan Mandonga, Kota Kendari).** Fakultas Teknik Institut Teknologi Malang: Jurnal Teknik, 10 (1), 17-22.
- Hermawati, W. 2014. **Studi Inovasi Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah Kota (Studi Kasus: DKI Jakarta, Bekasi, Bandung, Malang, dan Denpasar).** Jakarta: Laporan Penelitian Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekayasa, Kementerian Ristek.
- Japan International Cooperation Agency. 2002. **Draft Naskah Akademis Rancangan Undang-undang Pengelolaan Sampah.** JICA.
- Maryani, S., Rahadi, B., dan Lusiana, N. 2012. **Kajian Pengelolaan Timbulan Sampah Ramah Lingkungan di Kabupaten Ponorogo.** Surabaya: Prosiding Seminar Nasional Waste Management I "Waste Management for Sustainable Urban Development."
- Munawar, A. 1999. **Aspek Ekonomis Pengelolaan Sampah Kota Banjarnegara dengan Cara Pengomposan.** Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Oumarou, M. B., Dauda, M., Abdulrahim, A. T., dan Abubakar, A. B. 2012. **Municipal Solid Waste Generation, Recovery, and Recycling: A Case Study.** Department of Mechanical Engineering, University of Maiduguri, Nigeria: Journal of Engineering and Pure and Applied Science, 2 (5), 43-47.
- Pandebesie, E. S. 2005. **Buku Diktat Pengelolaan Sampah.** Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Pemerintah Kota Balikpapan. 2004. **Peraturan Daerah No. 10 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sampah Kota Balikpapan.**
- Pemerintah Kota Balikpapan. 2015. **Peraturan Daerah No. 13 Tahun 2015 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga**

- dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga Kota Balikpapan.**
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2013. **Peraturan Menteri PU No. 13 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.**
- Pemerintah Republik Indonesia. 2012. **Peraturan Pemerintah RI No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.**
- Prihatiningsih, B. dan Achmad, F. 2013. **Analisis Sistem Pengelolaan Sampah Melalui Partisipasi Adaptif Masyarakat di Kota Malang.** Usulan Penelitian Hibah Bersaing Tahun Kedua: Bidang Lingkungan. Malang: Universitas Merdeka Malang.
- Rachadian, F. M., Agassi, E. A., dan Sutopo, W. 2013. **Analisis Kelayakan Investasi Penambahan Frais Baru pada CV XYZ.** Jurnal Teknologi Industri Universitas Diponegoro, 8 (1), 15-20.
- Rahmaniah, R., Christia, M., dan Ismu, R. 2013. **Potensi Reduksi Sampah Melalui Pengelolaan Sampah Perkotaan di TPS Kecamatan Mataram.** Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Brawijaya: Jurnal Tata Kota dan Daerah, 5 (2), 119-128.
- Sahwan, F. 2012. **Potensi Komposting Sampah Skala Rumah Tangga untuk Mereduksi Timbulan Sampah (*Pilot Project di Perumahan Puspiptek Serpong*).** Tangerang: Pusat Teknologi Lingkungan BPPT, 25-33.
- Santoso, U. 2008. **Penanganan Sampah Menuju Kota Bersih dan Sehat.** Jakarta: Bharatara Karya Aksara.
- Sucipto, C. D. 2012. **Teknologi Pengelolaan Daur Ulang Sampah.** Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Tchobanoglous, G., Thiesen, H., dan Vigil, S. 1993. **Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues.** New York: McGraw Hill International Edition.
- Trihadiningrum, Y. 2004. **Handout Mata Kuliah Pengelolaan Sistem Persampahan.** Pusdiktek Departemen PU.

- Wibowo, A. dan Darwin, T. D. 2007. **Penanganan Sampah Terpadu**. Jakarta.
- Winarta, W. I., Trihadiningrum, Y., dan Warmadewanthi, IDAA. 2005. **Strategi Pengelolaan Sampah Pemukiman dengan Pola Pendekatan Karakteristik Kawasan (Studi Kasus Kecamatan Cakranegara Kota Mataram)**. 6 (2), 139-144.
- Yansen, I. W. dan I Made, A. 2012. **Analisis Finansial Pengelolaan Sampah di Wilayah Kecamatan Mengwi Kabupaten Badung**. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 16 (1), 107-116.
- Zubair, A. dan Haeruddin. 2012. **Studi Potensi Daur Ulang Sampah di TPA Tamanggapa Kota Makassar**, 6. ISBN 978-979-127255-0-6. Makassar: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.

LAMPIRAN A. PETA

LAMPIRAN B. PERHITUNGAN PROYEKSI PENDUDUK

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan 3 metode, yaitu:

a) Metode Aritmatika.

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan dan dalam kurun waktu yang pendek. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + r(dn) \dots\dots\dots (B.1)$$

dimana:

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun periode (orang)

P_o = jumlah penduduk pada awal proyeksi (orang)

r = rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun (%)

dn = kurun waktu proyeksi (tahun)

b) Metode Geometrik.

Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda, dengan pertambahan penduduk. Metode ini tidak memperhatikan jika suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian mantap disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o (1 + r)^{dn} \dots\dots\dots (B.2)$$

dimana:

P_o = jumlah penduduk mula-mula (orang)

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun periode (orang)

dn = kurun waktu proyeksi (tahun)

r = rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun (%)

c) Metode Least Square.

Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Dalam persamaan ini data yang dipakai jumlahnya harus ganjil. Rumusnya adalah:

$$P_n = a + (b N) \dots\dots\dots (B.3)$$

dimana:

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun periode (orang)

N = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

$$a = \{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum YX)\} / \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}$$

$$b = \{n(\sum Y \cdot X) - (\sum X)(\sum Y)\} / \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}$$

Untuk menentukan metode yang dipakai untuk proyeksi penduduk, terlebih dahulu mencari nilai koefisien korelasi (r) untuk tiap-tiap metode. Untuk metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai 1 (satu), sesuai atau tidaknya analisa yang akan dipilih ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 (nol) sampai 1 (satu) maka metode itulah yang dipakai untuk memproyeksikan penduduk. Persamaan yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\}\{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}}} \dots\dots\dots (B.4)$$

Nilai n merupakan jumlah data. Pada perhitungan tiap metode, nilai x dan y berbeda. Untuk metode aritmatika, nilai x merupakan urutan data mulai dari angka 1, sedangkan nilai y merupakan selisih antara jumlah penduduk tiap tahun. Untuk metode geometrik, nilai x merupakan urutan data mulai dari angka 1, sedangkan nilai y merupakan (ln) dari jumlah penduduk. Untuk metode *least square*, nilai x merupakan urutan data mulai dari angka 1, dan nilai y merupakan jumlah penduduk.

Sebagai gambaran, data jumlah penduduk Kota Balikpapan selama 14 tahun terakhir disajikan dalam Tabel **B.1** sedangkan untuk proyeksi penduduk TPST Gunung Bahagia menggunakan data KK yang dilayani dalam dua kelurahan dari tahun 2012 hingga tahun 2016. Data dapat dilihat pada Tabel **B.2**. Data ini akan diproyeksikan selama 10 tahun.

Tabel B.1 Data Jumlah Penduduk Kota Balikpapan

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk	
			(Jiwa)	(%)
1	2003	486.580	0	0
2	2004	495.314	8.734	1,79
3	2005	500.406	5.092	1,03

Lanjutan Tabel B.1 Data Jumlah Penduduk Kota Balikpapan

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk	
			(Jiwa)	(%)
4	2006	508.120	7.714	1,54
5	2007	515.529	7.409	1,46
6	2008	526.963	11.434	2,22
7	2009	538.525	11.562	2,19
8	2010	554.577	16.052	2,98
9	2011	557.579	3.002	0,54
10	2012	588.771	31.192	5,59
11	2013	599.685	10.914	1,85
12	2014	610.313	10.628	1,77
13	2015	706.414	96.101	15,75
14	2016	762.492	56.078	7,94
		Jumlah	275.912	46,66
		r		3,33

Tabel B.2 Jumlah Penduduk Pelayanan TPST

No.	Kelurahan	2012	2013	2014	2015	2016
1	Sepinggan Baru	21.505	21.545	25.977	28.683	30.834
2	Gunung Bahagia	20.341	23.744	22.662	23.122	23.717
Jumlah Penduduk		41.846	45.289	48.639	51.805	54.551

Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Balikpapan (2017)

Pertumbuhan penduduk di Kota Balikpapan terbilang tinggi. Untuk Kelurahan Gunung Bahagia, rata-rata pertumbuhan penduduk per tahun antara tahun 2012 hingga 2016 adalah 3,36%. Untuk Kelurahan Sepinggian Baru, rata-rata pertumbuhan penduduk per tahun antara tahun 2012 hingga 2016 adalah 7,73%. Dikarenakan angka pertumbuhan penduduk yang terlalu tinggi yaitu mencapai 5,49% (lihat Tabel **B.3**, **B.4**, dan **B.5**) maka

penulis mengasumsikan angka pertumbuhan yang akan digunakan selama perhitungan adalah 2%.

Tabel B.3 Rate Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Gunung Bahagia

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	(Jiwa)	(Jiwa)	(%)
2012	20.341	0	0
2013	23.744	3.403	16,73
2014	22.662	-1.082	-4,56
2015	23.122	460	2,03
2016	23.717	595	2,57
Jumlah		3.376	16,78
r		3,36	

Tabel B.4 Rate Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Sepinggian Baru

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	(Jiwa)	(Jiwa)	(%)
2012	21.505	0	0
2013	21.545	40	0,19
2014	25.977	4.432	20,57
2015	28.683	2.706	10,42
2016	30.834	2.151	7,50
Jumlah		9.329	38,67
r		7,73	

Tabel B.5 Rate Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggian Baru

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	(Jiwa)	(Jiwa)	(%)
2012	41.846	0	0
2013	45.289	3.443	8,23

Lanjutan Tabel B.5 Rate Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggian Baru

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	(Jiwa)	(Jiwa)	(%)
2014	48.639	3.350	7,40
2015	51.805	3.166	6,51
2016	54.551	2.746	5,30
Jumlah		12.705	27,43
r		5,49	

Perhitungan secara aritmatika dapat dilihat pada Tabel **B.6**, **B.7**, dan **B.8**. Contoh perhitungan sebagai berikut:

Nilai X tahun 1 = 1

Nilai X tahun 2 = 2

Nilai Y tahun 1 = 0

Nilai Y tahun 2 = Penduduk 2013 – Penduduk 2012
= 23.744 – 20.341
= 3.403

Setelah mengetahui nilai X dan Y kemudian mencari nilai r menggunakan persamaan **B.4**.

Tabel B.6 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia Secara Aritmatika

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatika				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	20341	1	0	0	1	0
2013	23744	2	3403	6806	4	11580409
2014	22662	3	-1082	-3246	9	1170724
2015	23122	4	460	1840	16	211600
2016	23717	5	595	2975	25	354025
Jumlah		15	3376	8375	55	13316758
		r				-0,166859

Tabel B.7 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Sepinggán Baru Secara Aritmatika

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatika				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	21505	1	0	0	1	0
2013	21545	2	40	80	4	1600
2014	25977	3	4432	13296	9	19642624
2015	28683	4	2706	10824	16	7322436
2016	30834	5	2151	10755	25	4626801
Jumlah		15	9329	34955	55	31593461
		r				0,585001

Tabel B.8 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggán Baru Secara Aritmatika

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatika				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	41846	1	0	0	1	0
2013	45289	2	3443	6886	4	11854249
2014	48639	3	3350	10050	9	11222500
2015	51805	4	3166	12664	16	10023556
2016	54551	5	2746	13730	25	7540516
Jumlah		15	12705	43330	55	40640821
		r				0,570451

Perhitungan secara geometrik dapat dilihat pada Tabel **B.9**, **B.10**, dan **B.11**. Contoh perhitungan sebagai berikut:

Nilai X tahun 1 = 1

Nilai Y tahun 1 = ln (Penduduk 2012)
= ln (20341)
= 9,92

Setelah mengetahui nilai X dan Y kemudian mencari nilai r menggunakan persamaan **B.4**.

Tabel B.9 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia Secara Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	20341	1	9,92	9,92	1	98,41
2013	23744	2	10,08	20,15	4	101,51
2014	22662	3	10,03	30,09	9	100,57
2015	23122	4	10,05	40,19	16	100,97
2016	23717	5	10,07	50,37	25	101,48
Jumlah		15	50,15	150,72	55	502,95
		r				0,69447

Tabel B.10 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Sepinggán Baru Secara Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	21505	1	9,98	9,98	1	99,52
2013	21545	2	9,98	19,96	4	99,56
2014	25977	3	10,16	30,49	9	103,33
2015	28683	4	10,26	41,06	16	105,35
2016	30834	5	10,34	51,68	25	106,84
Jumlah		15	50,72	153,16	55	514,60
		r				0,97034

Tabel B.11 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggán Baru Secara Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	41846	1	10,64	10,64	1	113,25
2013	45289	2	10,72	21,44	4	114,94
2014	48639	3	10,79	32,38	9	116,47

Lanjutan Tabel B.11 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggian Baru Secara Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2015	51805	4	10,86	43,42	16	117,84
2016	54551	5	10,91	54,53	25	118,96
Jumlah		15	53,92	162,42	55	581,45
		r				0,99678

Perhitungan secara *least square* dapat dilihat pada Tabel **B.12**, **B.13**, dan **B.11**. Contoh perhitungan sebagai berikut:

Nilai X tahun 1 = 1

Nilai Y tahun 1 = Jumlah penduduk tahun 2012
= 20341

Setelah mengetahui nilai X dan Y kemudian mencari nilai r menggunakan persamaan **B.4**.

Tabel B.12 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia Secara *Least Square*

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Least Square				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	20341	1	20341	20341	1	413756281
2013	23744	2	23744	47488	4	563777536
2014	22662	3	22662	67986	9	513566244
2015	23122	4	23122	92488	16	534626884
2016	23717	5	23717	118585	25	562496089
Jumlah		15	113586	346888	55	2588223034
		r				0,69112

Tabel B.13 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Sepinggán Baru Secara *Least Square*

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Least Square				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	21505	1	21505	21505	1	462465025
2013	21545	2	21545	43090	4	464187025
2014	25977	3	25977	77931	9	674804529
2015	28683	4	28683	114732	16	822714489
2016	30834	5	30834	154170	25	950735556
Jumlah		15	128544	411428	55	3374906624
		r				0,97364

Tabel B.14 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggán Baru Secara *Least Square*

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Least Square				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	41846	1	41846	41846	1	1751087716
2013	45289	2	45289	90578	4	2051093521
2014	48639	3	48639	145917	9	2365752321
2015	51805	4	51805	207220	16	2683758025
2016	54551	5	54551	272755	25	2975811601
Jumlah		15	242130	758316	55	11827503184
		r				0,99907

Setelah mengetahui nilai *r* dari masing-masing metode, selanjutnya memilih metode yang akan digunakan. Metode dengan nilai *r* mendekati angka 1, itulah metode yang dipilih. Berdasarkan ketiga metode di atas, didapatkan nilai mendekati angka 1 terletak pada metode *least square*, yaitu 0,99907 sehingga metode *least square* dipilih dalam memproyeksikan pelayanan penduduk TPST Gunung Bahagia. Maka persamaan yang digunakan adalah persamaan **B.3**.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN C. DOKUMENTASI SAMPLING SAMPAH



Gambar C1. Pemilahan Sampah Jenis Kardus



Gambar C2. Pemilahan Sampah Jenis Jeriken



Gambar C3. Pemilahan Sampah Jenis Piring Telur



Gambar C4. Papan Nama Salah Satu Jenis Sampah



Gambar C5. Papan Nama Lokasi TPST Gunung Bahagia



Gambar C6. Kantor Bangunan TPST



Gambar C7. Proses Pemilahan (1) Gambar C8. Proses Pemilahan (2)



Gambar C9. Proses Pemilahan (3)



Gambar C10. Penimbangan Komposisi Sampah



Gambar C11. Wawancara dengan *Supervisor* TPST



Gambar C12. Pengumpulan Sampah Anorganik di Halte Sampah



Gambar C13. Gudang Penyimpanan Sampah yang Bernilai Jual



Gambar C14. Pengumpulan Sampah Organik di Halte Sampah



Gambar C15. Aktivitas di TPST



Gambar C16. Pemilahan Sampah Jenis Kaleng



Gambar C17. Pemilahan Sampah Jenis Gelas Plastik

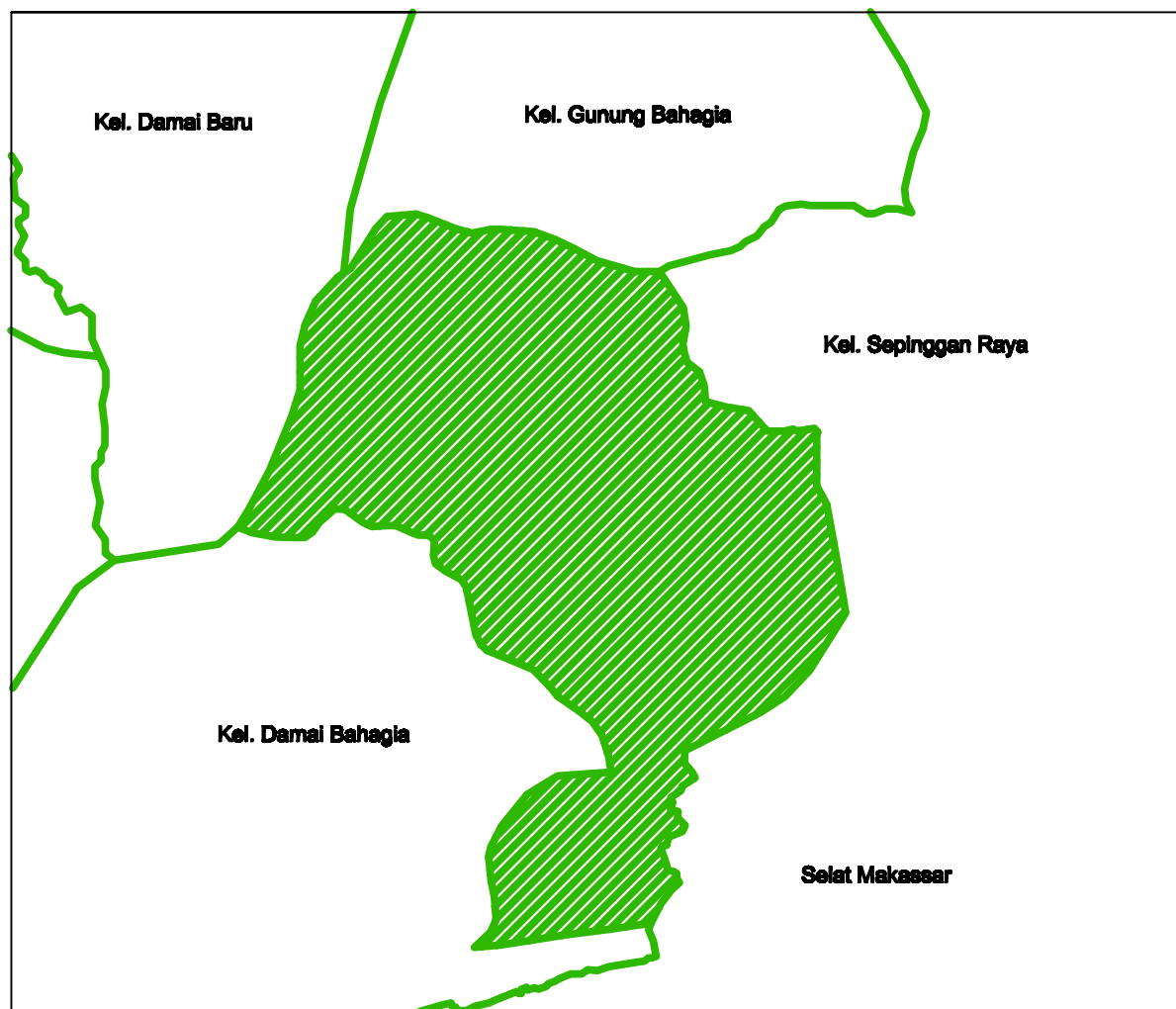
BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Balikpapan pada tanggal 10 September 1994. Penulis menempuh pendidikan dasar pada tahun 2000-2006 di SD Negeri 003 Balikpapan Selatan, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama pada tahun 2006-2009 di SMP Negeri 1 Balikpapan, pendidikan menengah atas di Pribadi Bilingual Boarding School Bandung pada tahun 2009-2012, dan pendidikan tinggi pada tahun 2012 di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS Surabaya dan terdaftar

dengan NRP 3312100090.

Selama perkuliahan, penulis aktif di himpunan sebagai sekretaris komunitas KPPL dan juga kepanitiaan di berbagai kegiatan HMTL dan ITS serta aktif di kerohanian JMMI ITS. Berbagai pelatihan dan seminar telah diikuti penulis dalam rangka pengembangan diri. Pelatihan yang pernah diikuti penulis di antaranya, LKMM Pra-TD dan TD, pelatihan karya tulis ilmiah, ESQ Training, dan lain sebagainya. Penulis juga aktif di kegiatan ekstrakampus, seperti Future Leader for Anti-Corruption dan Gerakan Mari Berbagi. Prestasi yang pernah diraih adalah menjadi delegasi Kalimantan Timur dalam Pertukaran Pemuda Antarnegara pada tahun 2015. Penulis pernah mengikuti kerja praktik di PT Schlumberger Geophysics Nusantara Balikpapan selama satu bulan di tahun 2015. Penulis terbuka untuk berdiskusi via email widyawic@gmail.com.



**LAMPIRAN GAMBAR
TUGAS AKHIR**

Judul Gambar:
Rencana Pengembangan Wilayah
Pelayanan TPST Gunung Bahagia

Diusun oleh:
Widya Indra Cahya
3312100000

Ditstujui oleh:
Dr. Ir. Ellina S. Pandebata, M.T.
NIP. 19800204 198203 2 001

Legenda:

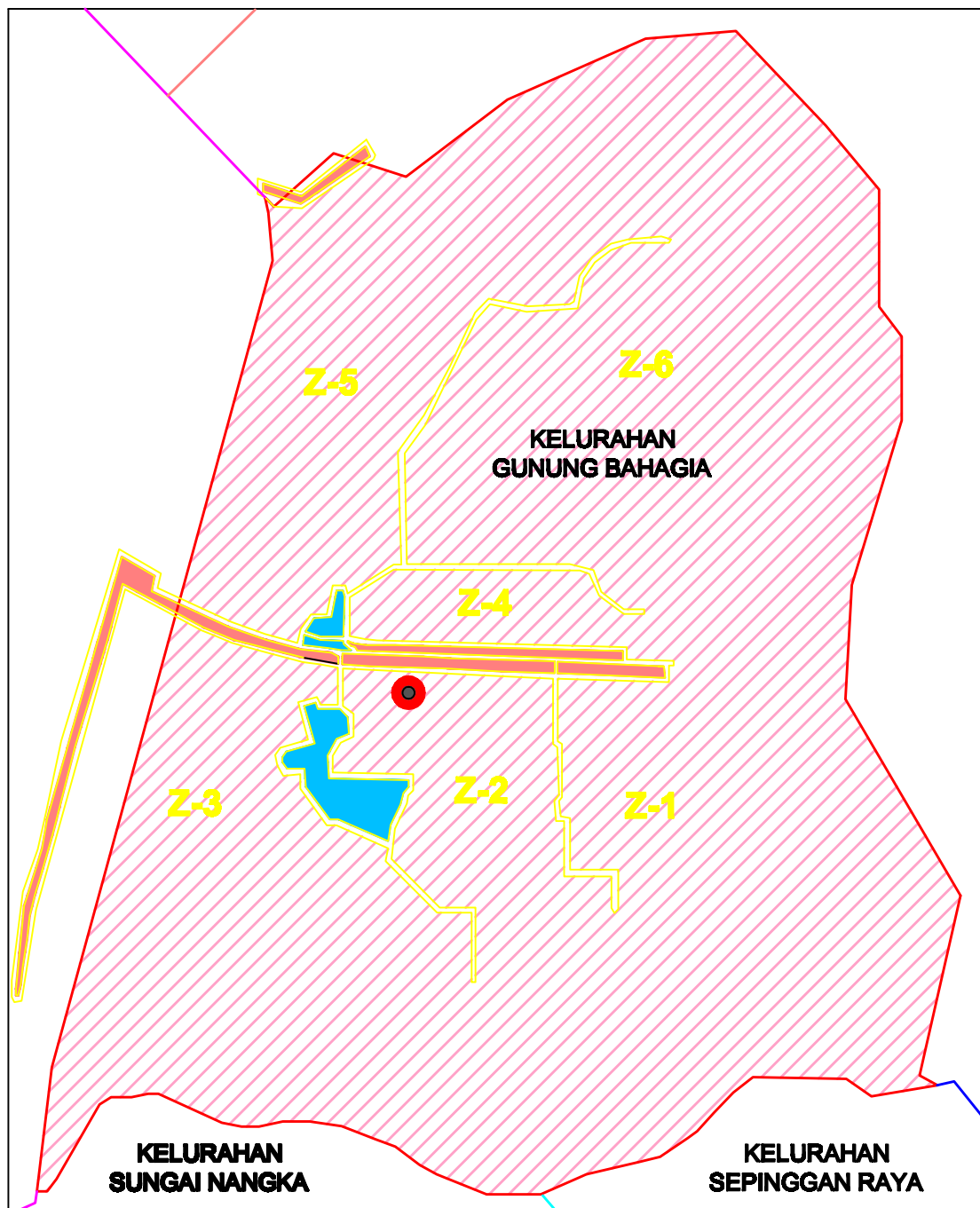
-  Kel. Sungai Nangka
-  Batas Kelurahan

Sumber Peta:

Lampiran A

SKALA

NO. GAMBAR	NO. HALAMAN
4	4



LAMPIRAN GAMBAR TUGAS AKHIR

Judul Gambar:
Peta Daerah Pelayanan 1 TPST
Gunung Bahagia

Dibuat oleh:
Widya Indira Cahya
3312100090

Dibuat oleh:
Dr. Ir. Ellina S. Pandebesle, M.T.
NIP. 19580204 199203 2 001

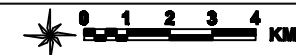
Legenda:

-  Daerah Pelayanan 1
(Kelurahan Gunung Bahagia)
-  TPST
-  Bendungan
Pengendali

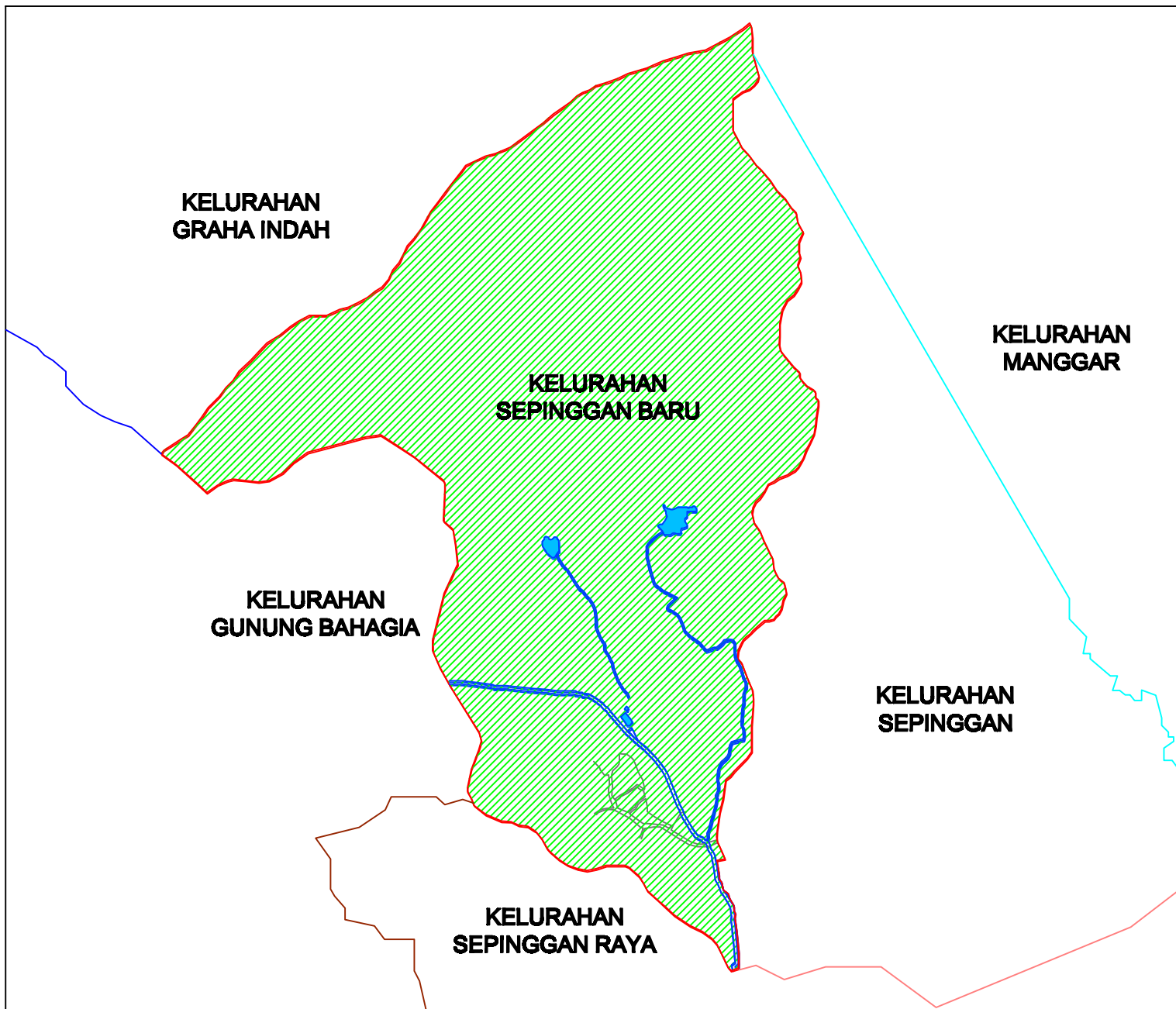
Sumber Peta:

Lampiran A

SKALA



NO. GAMBAR	NO. HALAMAN
2	4



**LAMPIRAN GAMBAR
TUGAS AKHIR**

Judul Gambar:
**Peta Daerah Pelayanan 2 TPST
Gunung Bahagia**

Diusun oleh:

**Widya Indira Cahya
3312100000**

Diestujui oleh:

**Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, M.T.
NIP. 19590204 198203 2 001**

Legenda:



**Daerah Pelayanan 2
(Kelurahan
Sepinggan Baru)**

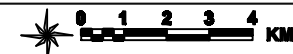


**Batas
Pelayanan**

Sumber Peta:

Lampiran A

SKALA



NO. GAMBAR

3

NO. HALAMAN

4



**LAMPIRAN GAMBAR
TUGAS AKHIR**

Judul Gambar:

**Layout TPST
Gunung Bahagia**

Diausun oleh:

**Widya Indira Cahya
3312100000**

Diestujui oleh:

**Dr. Ir. Elna S. Pandebesole, M.T.
NIP. 19590204 198203 2 001**

Legenda:



**Konstruksi Beton
pada Area Parkir**



**Konstruksi Kerikil
pada Pintu Masuk**



**Arah Sampah
Diangkut ke TPA**



**Arah Sampah Masuk
ke TPST**



Vegetasi

Sumber Foto:

Lampiran A

SKALA

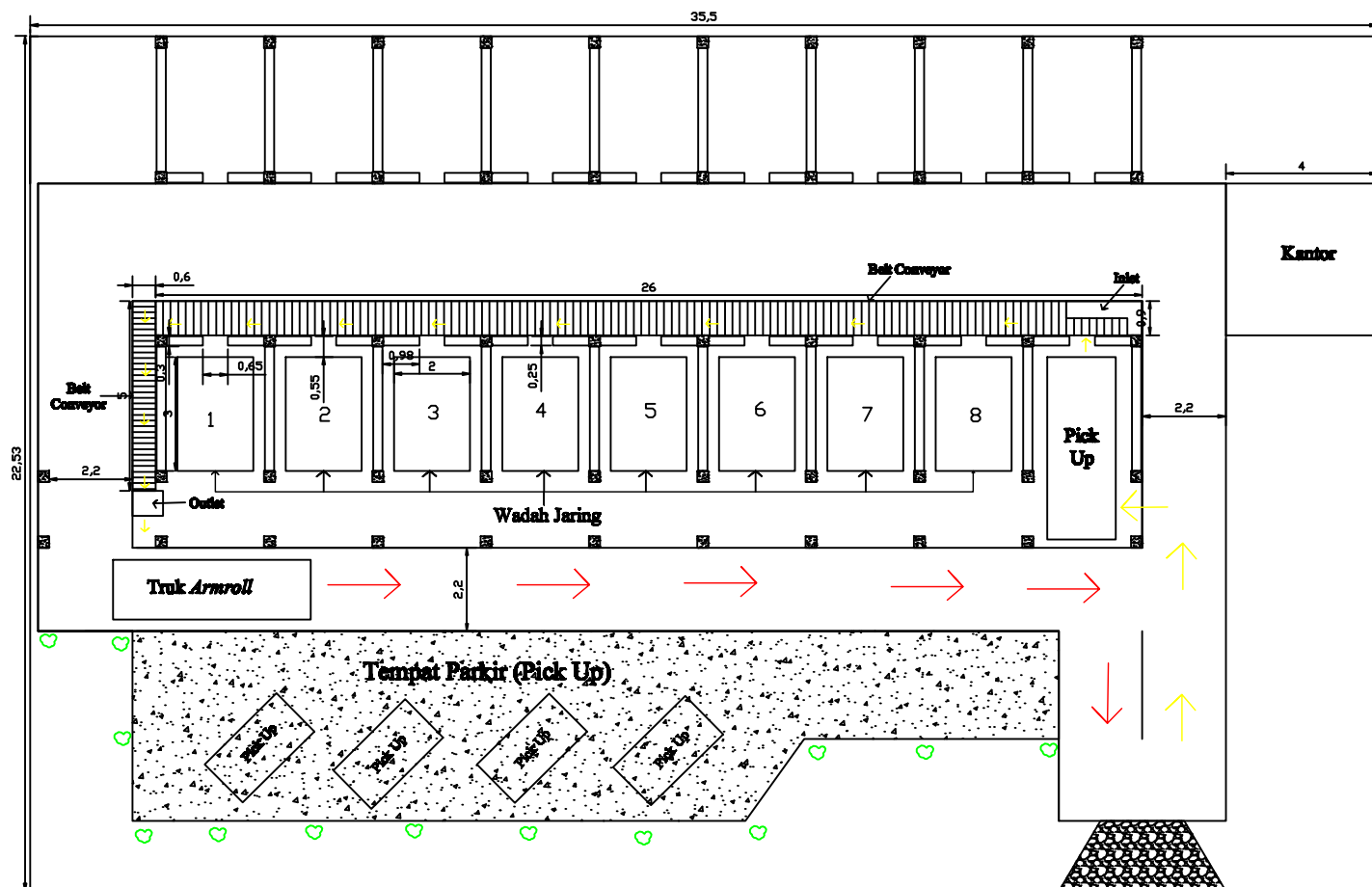
1 : 100

NO. GAMBAR

1

NO. HALAMAN

4



LAMPIRAN B. PERHITUNGAN PROYEKSI PENDUDUK

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan 3 metode, yaitu:

a) Metode Aritmatika.

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan dan dalam kurun waktu yang pendek. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + r(dn) \dots\dots\dots (B.1)$$

dimana:

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun periode (orang)

P_o = jumlah penduduk pada awal proyeksi (orang)

r = rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun (%)

dn = kurun waktu proyeksi (tahun)

b) Metode Geometrik.

Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda, dengan pertambahan penduduk. Metode ini tidak memperhatikan jika suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian mantap disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o (1 + r)^{dn} \dots\dots\dots (B.2)$$

dimana:

P_o = jumlah penduduk mula-mula (orang)

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun periode (orang)

dn = kurun waktu proyeksi (tahun)

r = rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun (%)

c) Metode Least Square.

Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Dalam persamaan ini data yang dipakai jumlahnya harus ganjil. Rumusnya adalah:

$$P_n = a + (b N) \dots\dots\dots (B.3)$$

dimana:

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun periode (orang)

N = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

$$a = \{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum YX)\} / \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}$$

$$b = \{n(\sum Y.X) - (\sum X)(\sum Y)\} / \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}$$

Untuk menentukan metode yang dipakai untuk proyeksi penduduk, terlebih dahulu mencari nilai koefisien korelasi (r) untuk tiap-tiap metode. Untuk metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai 1 (satu), sesuai atau tidaknya analisa yang akan dipilih ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 (nol) sampai 1 (satu) maka metode itulah yang dipakai untuk memproyeksikan penduduk. Persamaan yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\}\{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}}} \dots\dots\dots (B.4)$$

Nilai n merupakan jumlah data. Pada perhitungan tiap metode, nilai x dan y berbeda. Untuk metode aritmatika, nilai x merupakan urutan data mulai dari angka 1, sedangkan nilai y merupakan selisih antara jumlah penduduk tiap tahun. Untuk metode geometrik, nilai x merupakan urutan data mulai dari angka 1, sedangkan nilai y merupakan (ln) dari jumlah penduduk. Untuk metode *least square*, nilai x merupakan urutan data mulai dari angka 1, dan nilai y merupakan jumlah penduduk.

Sebagai gambaran, data jumlah penduduk Kota Balikpapan selama 14 tahun terakhir disajikan dalam Tabel **B.1** sedangkan untuk proyeksi penduduk TPST Gunung Bahagia menggunakan data KK yang dilayani dalam dua kelurahan dari tahun 2012 hingga tahun 2016. Data dapat dilihat pada Tabel **B.2**. Data ini akan diproyeksikan selama 10 tahun.

Tabel B.1 Data Jumlah Penduduk Kota Balikpapan

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk	
			(Jiwa)	(%)
1	2003	486.580	0	0

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk	
			(Jiwa)	(%)
2	2004	495.314	8.734	1,79
3	2005	500.406	5.092	1,03

Lanjutan Tabel B.1 Data Jumlah Penduduk Kota Balikpapan

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk	
			(Jiwa)	(%)
4	2006	508.120	7.714	1,54
5	2007	515.529	7.409	1,46
6	2008	526.963	11.434	2,22
7	2009	538.525	11.562	2,19
8	2010	554.577	16.052	2,98
9	2011	557.579	3.002	0,54
10	2012	588.771	31.192	5,59
11	2013	599.685	10.914	1,85
12	2014	610.313	10.628	1,77
13	2015	706.414	96.101	15,75
14	2016	762.492	56.078	7,94
		Jumlah	275.912	46,66
		r		3,33

Tabel B.2 Jumlah Penduduk Pelayanan TPST

No.	Kelurahan	2012	2013	2014	2015	2016
1	Sepinggan Baru	21.505	21.545	25.977	28.683	30.834
2	Gunung Bahagia	20.341	23.744	22.662	23.122	23.717
Jumlah Penduduk		41.846	45.289	48.639	51.805	54.551

Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Balikpapan (2017)

Pertumbuhan penduduk di Kota Balikpapan terbilang tinggi. Untuk Kelurahan Gunung Bahagia, rata-rata pertumbuhan penduduk per tahun antara tahun 2012 hingga 2016 adalah 3,36%. Untuk Kelurahan Sepinggan Baru, rata-rata pertumbuhan penduduk per tahun antara tahun 2012 hingga 2016 adalah 7,73%. Dikarenakan angka pertumbuhan penduduk yang terlalu tinggi yaitu mencapai 5,49% (lihat Tabel B.3, B.4, dan B.5) maka penulis mengasumsikan angka pertumbuhan yang akan digunakan selama perhitungan adalah 2%.

Tabel B.3 Rate Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Gunung Bahagia

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	(Jiwa)	(Jiwa)	(%)
2012	20.341	0	0
2013	23.744	3.403	16,73
2014	22.662	-1.082	-4,56
2015	23.122	460	2,03
2016	23.717	595	2,57
Jumlah		3.376	16,78
r			3,36

Tabel B.4 Rate Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Sepinggan Baru

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	(Jiwa)	(Jiwa)	(%)
2012	21.505	0	0
2013	21.545	40	0,19
2014	25.977	4.432	20,57
2015	28.683	2.706	10,42
2016	30.834	2.151	7,50
Jumlah		9.329	38,67

r	7,73
----------	-------------

Tabel B.5 Rate Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggian Baru

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	(Jiwa)	(Jiwa)	(%)
2012	41.846	0	0
2013	45.289	3.443	8,23

Lanjutan Tabel B.5 Rate Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggian Baru

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	(Jiwa)	(Jiwa)	(%)
2014	48.639	3.350	7,40
2015	51.805	3.166	6,51
2016	54.551	2.746	5,30
Jumlah		12.705	27,43
r		5,49	

Perhitungan secara aritmatika dapat dilihat pada Tabel **B.6**, **B.7**, dan **B.8**. Contoh perhitungan sebagai berikut:

Nilai X tahun 1 = 1

Nilai X tahun 2 = 2

Nilai Y tahun 1 = 0

Nilai Y tahun 2 = Penduduk 2013 – Penduduk 2012

= 23.744 – 20.341

= 3.403

Setelah mengetahui nilai X dan Y kemudian mencari nilai r menggunakan persamaan **B.4**.

Tabel B.6 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia Secara Aritmatika

Tahun	Jumlah	Metode Aritmatika
--------------	---------------	--------------------------

	Penduduk	X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	20341	1	0	0	1	0
2013	23744	2	3403	6806	4	11580409
2014	22662	3	-1082	-3246	9	1170724
2015	23122	4	460	1840	16	211600
2016	23717	5	595	2975	25	354025
Jumlah		15	3376	8375	55	13316758
		r				-0,166859

Tabel B.7 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Sepinggan Baru Secara Aritmatika

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatika				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	21505	1	0	0	1	0
2013	21545	2	40	80	4	1600
2014	25977	3	4432	13296	9	19642624
2015	28683	4	2706	10824	16	7322436
2016	30834	5	2151	10755	25	4626801
Jumlah		15	9329	34955	55	31593461
		r				0,585001

Tabel B.8 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggan Baru Secara Aritmatika

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatika				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	41846	1	0	0	1	0
2013	45289	2	3443	6886	4	11854249
2014	48639	3	3350	10050	9	11222500
2015	51805	4	3166	12664	16	10023556
2016	54551	5	2746	13730	25	7540516
Jumlah		15	12705	43330	55	40640821

r	0,570451
----------	-----------------

Perhitungan secara geometrik dapat dilihat pada Tabel **B.9**, **B.10**, dan **B.11**. Contoh perhitungan sebagai berikut:

Nilai X tahun 1 = 1

Nilai Y tahun 1 = ln (Penduduk 2012)

= ln (20341)

= 9,92

Setelah mengetahui nilai X dan Y kemudian mencari nilai r menggunakan persamaan **B.4**.

Tabel B.9 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia Secara Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	20341	1	9,92	9,92	1	98,41
2013	23744	2	10,08	20,15	4	101,51
2014	22662	3	10,03	30,09	9	100,57
2015	23122	4	10,05	40,19	16	100,97
2016	23717	5	10,07	50,37	25	101,48
Jumlah		15	50,15	150,72	55	502,95
		r				
		0,69447				

Tabel B.10 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Sepinggian Baru Secara Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	21505	1	9,98	9,98	1	99,52
2013	21545	2	9,98	19,96	4	99,56
2014	25977	3	10,16	30,49	9	103,33
2015	28683	4	10,26	41,06	16	105,35
2016	30834	5	10,34	51,68	25	106,84
Jumlah		15	50,72	153,16	55	514,60

r	0,97034
----------	----------------

Tabel B.11 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggian Baru Secara Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	41846	1	10,64	10,64	1	113,25
2013	45289	2	10,72	21,44	4	114,94
2014	48639	3	10,79	32,38	9	116,47

Lanjutan Tabel B.11 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggian Baru Secara Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2015	51805	4	10,86	43,42	16	117,84
2016	54551	5	10,91	54,53	25	118,96
Jumlah		15	53,92	162,42	55	581,45
r		0,99678				

Perhitungan secara *least square* dapat dilihat pada Tabel **B.12**, **B.13**, dan **B.11**. Contoh perhitungan sebagai berikut:

Nilai X tahun 1 = 1

Nilai Y tahun 1 = Jumlah penduduk tahun 2012
= 20341

Setelah mengetahui nilai X dan Y kemudian mencari nilai r menggunakan persamaan **B.4**.

Tabel B.12 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia Secara *Least Square*

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Least Square				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	20341	1	20341	20341	1	413756281
2013	23744	2	23744	47488	4	563777536

2014	22662	3	22662	67986	9	513566244
2015	23122	4	23122	92488	16	534626884
2016	23717	5	23717	118585	25	562496089
Jumlah		15	113586	346888	55	2588223034
		r				0,69112

Tabel B.13 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Sepinggan Baru Secara *Least Square*

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Least Square				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	21505	1	21505	21505	1	462465025
2013	21545	2	21545	43090	4	464187025
2014	25977	3	25977	77931	9	674804529
2015	28683	4	28683	114732	16	822714489
2016	30834	5	30834	154170	25	950735556
Jumlah		15	128544	411428	55	3374906624
		r				0,97364

Tabel B.14 Perhitungan Proyeksi Kelurahan Gunung Bahagia dan Sepinggan Baru Secara *Least Square*

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Least Square				
		X	Y	XY	X ²	Y ²
2012	41846	1	41846	41846	1	1751087716
2013	45289	2	45289	90578	4	2051093521
2014	48639	3	48639	145917	9	2365752321
2015	51805	4	51805	207220	16	2683758025
2016	54551	5	54551	272755	25	2975811601

Jumlah	15	242130	758316	55	11827503184
r	0,99907				

Setelah mengetahui nilai r dari masing-masing metode, selanjutnya memilih metode yang akan digunakan. Metode dengan nilai r mendekati angka 1, itulah metode yang dipilih. Berdasarkan ketiga metode di atas, didapatkan nilai mendekati angka 1 terletak pada metode *least square*, yaitu 0,99907 sehingga metode *least square* dipilih dalam memproyeksikan pelayanan penduduk TPST Gunung Bahagia. Maka persamaan yang digunakan adalah persamaan **B.3**.

LAMPIRAN C. DOKUMENTASI SAMPLING SAMPAH



Gambar C1. Pemilahan Sampah Jenis Kardus



Gambar C2. Pemilahan Sampah Jenis Jeriken



Gambar C3. Pemilahan Sampah Jenis Piring Telur



Gambar C4. Papan Nama Salah Satu Jenis Sampah



Gambar C5. Papan Nama Lokasi TPST Gunung Bahagia



Gambar C6. Kantor Bangunan TPST



Gambar C7. Proses Pemilahan (1) Gambar C8. Proses Pemilahan (2)



Gambar C9. Proses Pemilahan (3)



**Gambar C10. Penimbangan
Komposisi Sampah**



Gambar C11. Wawancara dengan *Supervisor* TPST



Gambar C12. Pengumpulan Sampah Anorganik di Halte Sampah



Gambar C13. Gudang Penyimpanan Sampah yang Bernilai Jual

Gambar C14. Pengumpulan Sampah Organik di Halte Sampah





Gambar C15. Aktivitas di TPST



**Gambar C16.
Pemilahan Sampah
Jenis Kaleng**



Gambar C17. Pemilahan Sampah Jenis Gelas Plastik